

# Suinocultura: uma saúde e um bem-estar



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

# Suinocultura: uma saúde e um bem-estar

© 2020 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

1ª edição. Ano 2020

Tiragem: 4200 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação - SDI

Departamento de Apoio as Cadeias Produtivas - DECAP

Coordenação de Boas Práticas e Bem-Estar Animal - CBPA

Endereço: Esplanada dos Ministérios, Bloco D – andar 1º, Sala 122B

CEP: 70043-900 Brasília - DF

Tel.: (61) 3218-2541

e-mail: [comissao.bea@agricultura.gov.br](mailto:comissao.bea@agricultura.gov.br)

Coordenação Editorial –Assessoria Especial de Comunicação Social

Coordenação Técnica: Coordenação de Boas Práticas e Bem-Estar Animal - CBPA

Editores:

Juliana Cristina Rego Ribas

Cleandro Pazinato Dias

Charli Beatriz Ludtke

Lizie Pereira Buss

Revisor:

Leonardo Medeiros

#### Catálogo na Fonte

#### Dados internacionais de catalogação da Publicação (CIP)

---

Suinocultura : uma saúde e um bem-estar / Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. – Brasília : AECS, 2020.

500 p.

ISBN 978-65-86803-30-3

1. Suinocultura. 2. Bem estar animal. 3. Cadeia produtiva I. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. II. Título.

# CAPÍTULOS E AUTORES

## CAPÍTULO 1 – BEM-ESTAR ANIMAL E IMPLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

### **Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa**

Zootecnista e Mestre em Zootecnia pela UNESP, Doutor em Psicobiologia pela USP. Realizou Pós-doutorado em Bem-estar Animal pela Universidade de Cambridge. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista (UNESP- Jaboticabal).

mpcosta@fcav.unesp.br

### **Juliana Cristina Rego Ribas**

Médica Veterinária e Mestre em Ciência Animal pela UFMT – MT. Atualmente é Gestora de Boas Práticas e Bem-Estar Animal da Agrocere PIC.

juliana.ribas@agrocere.com

## CAPÍTULO 2 – CENÁRIO INTERNACIONAL NA APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM SUINOCULTURA

### **Carlos Rodolfo Pierozan**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela UEL – PR. Realizou Doutorado em Ciência Animal pela UEL – PR. Atualmente é Professor do Departamento Acadêmico de Zootecnia do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba.

carlospierozan@hotmail.com

### **Luciana Foppa**

Engenheira Agrônoma e Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atualmente é pesquisadora na BRF.

lufoppa@yahoo.com.br

### **Caio Abércio da Silva**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências de Alimentos (UEL-PR). Realizou Doutorado, em Zootecnia pela UNESP e Pós-doutorado pela Universidade Autônoma de Barcelona e pelo Institute National de la Recherche Agronomique – INRA. Atualmente é Professor Associado na Universidade Estadual de Londrina – UEL.

casilva@uel.br



### **Antonio Velarde**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência e Bem-estar de Animais de Laboratório pela Universidade Autônoma de Barcelona (UAB), Doutor em veterinária pela Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Realizou Pós-doutorado em Produção Animal pela Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Atualmente é Chefe do Programa de Pesquisa em Bem-estar Animal do IRTA (Institut de Recerca I Tecnologia Agroalimentaries).

antonio.velarde@irta.cat

### **Antoni Dalmau Bueno**

Médico Veterinário e Mestre em Produção Animal pela Universidade Autônoma de Barcelona (UAB), Doutor em Gestão na Indústria de Produção de Carne pela Universidad Complutense de Madrid. Realizou pós-doutorado em Produção Animal pela Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Atualmente é Pesquisador do IRTA- Monells- Espanha (Institut de Recerca I Tecnologia Agroalimentaries).

antoni.dalmau@irta.cat

### **Cleandro Pazinato Dias**

Médico Veterinário (UFSM), Mestre em Ciências Veterinárias (UFRGS), com MBA em Gestão do Agribusiness (FGV). Realizou doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR) com período sanduíche na Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Atualmente é Consultor e sócio da Akei Animal Research (AKEI), Brasil.

cleandro@cleandrodias.com.br

## **CAPÍTULO 3 – AS EXIGÊNCIAS LEGAIS DE PROTEÇÃO AO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS E SUA APLICAÇÃO À SUINOCULTURA**

### **Carolina Maciel**

Bacharel em Direito e Mestre em Sociologia Política (UFSC). Realizou doutorado em Direito Internacional pela Universidade de Wagenigen. Atualmente é Consultora em Políticas de Proteção Animal.

carolina@tmconjur.com.br

### **Liziè Pereira Buss**

Médica Veterinária e Especialista em Gestão Pública - ENAP e em Gestão de Pessoas pela UNIC. Realiza doutorado em Saúde Animal pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é Auditora Fiscal Federal no MAPA.

lizievvet@gmail.com

## CAPÍTULO 4 - INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS NA SUINOCULTURA

### **Maria José Hotzel**

Médica Veterinária e Mestre em Ciências Veterinárias (UFRGS). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela University of Western Australia (UWA). Atualmente é Professora Associada da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC- Florianópolis).

maria.j.hotzel@ufsc.br

## CAPÍTULO 5 - A VISÃO DO CONSUMIDOR SOBRE BEM-ESTAR ANIMAL

### **José Rodolfo Panin Ciocca**

Zootecnista pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP de Jaboticabal – SP. Atualmente é Supervisor em Bem-estar Animal da World Animal Protection.

joseciocca@worldanimalprotection.org.br

### **Paola Moretti Rueda**

Zootecnista e Mestre em Ciência Animal (UFMS). Realizou doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP- Jaboticabal). Atualmente é Coordenadora de Bem-estar Animal da World Animal Protection.

paolarueda@worldanimalprotection.org.br

### **Daniela Gurgel**

Médica Veterinária pela Universidade Anhembi Morumbi- SP. Atualmente é Gerente de Políticas de Bem-estar da Sinergia Animal.

daniela.gurgel81@gmail.com

### **Daniel Cruz**

Médico Veterinário pela Universidade Plínio Leite. Atualmente é Coordenador de Bem-estar Animal da World Animal Protection.

danielcruz@worldanimalprotection.org.br

## CAPÍTULO 6 - SUSTENTABILIDADE COORPORATIVA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

### **Celso Funcia Lemme**

Administrador e Mestre em Engenharia de Produção pelo COPPEAD- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Realizou Doutorado em Administração pelo COPPEAD- Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000). Atualmente é Professor do Instituto COPPEAD de Administração da UFRJ.

celso@coppead.ufrj.br

### **Paulo Arthur Mauro**

Engenheiro de Produção e Mestre em Administração pelo COPPEAD- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é membro da Elo Group Consultoria.

pmauro2002@gmail.com

## **CAPÍTULO 7 – A INFLUÊNCIA GENÉTICA SOBRE A SAÚDE E O BEM-ESTAR ANIMAL**

### **Peter W. Knap**

Zootecnista e Mestre em Zootecnia na Wageningen University. Realizou Doutorado em Zootecnia na Wageningen University. Atualmente é Gerente de Estratégias Genéticas da PIC.

pieter.knap@genusplc.com

### **Saskia Bloemhof**

Geneticista e Mestre em Genética e Melhoramento Animal da Wageningen University. Realizou Doutorado em Genética e Melhoramento Animal da Wageningen University. Atualmente é Gerente de Serviços Genéticos da PIC.

saskia.Bloemhof@genusplc.com

### **João Donisete Nascimento**

Zootecnista e Mestre em Melhoramento Animal pela UFMG. Atualmente é Gerente de Serviços Genéticos da Agrocere PIC.

donisete@agrocere.com

### **Natalia Irano**

Zootecnista e Mestre em Melhoramento Animal pela UNESP. Realizou Doutorado em Melhoramento Animal pela UNESP. Atualmente é Supervisora de Serviços Genéticos da Agrocere PIC.

natalia.irano@agrocere.com

## **CAPÍTULO 8 – DOR E ANALGESIA**

### **Caio Abércio da Silva**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências de Alimentos (UEL-PR). Realizou Doutorado, em Zootecnia pela UNESP e Pós-doutorado pela Universidade Autônoma de Barcelona e pelo Institute National de la Recherche Agronomique - INRA. Atualmente é Professor Associado na Universidade Estadual de Londrina – UEL.

casilva@uel.br

### **Carlos Rodolfo Pierozan**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Atualmente é Professor do Departamento Acadêmico de Zootecnia do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba.

carlospierozan@hotmail.com

### **Cleandro Pazinato Dias**

Médico Veterinário (UFSM), Mestre em Ciências Veterinárias (UFRGS), com MBA em Gestão do Agribusiness (FGV). Realizou doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR) com período sanduíche na Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Atualmente é Consultor e sócio da Akei Animal Research (AKEI), Brasil.

cleandro@cleandrodias.com.br

### **Luciana Foppa**

Engenheira Agrônoma e Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Realizou Doutorado em Ciência Animais pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atualmente é pesquisadora na BRF.

lufoppa@yahoo.com.br

## **CAPÍTULO 9 - USO RACIONAL DE ANTIMICROBIANOS NA PRODUÇÃO DE SUINOS**

### **Maurício Dutra**

Médico Veterinário e Especialista em Produção e Saúde Suína. Realizou doutorado em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses pela FMVZ, Universidade de São Paulo. Atualmente é Gerente Técnico na Trouw Nutrition.

mauricio.dutra@trouwnutrition.com

### **David Emilio Santos Neves de Barcellos**

Médico Veterinário e Mestre em Microbiologia Médica pela University of London-UK. Realizou Doutorado em Ciência Microbiológica (UFRJ). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

davidbarcellos@terra.com.br

### **Andrea Micke Moreno**

Médico Veterinário e Mestre em Patologia Experimental (FMVZ USP). Realizou Doutorado em Ciências pela FMVZ da Universidade de São Paulo. Atualmente é Professora Titular da FMVZ- USP.

morenoam@usp.br

## CAPÍTULO 10 - ESTRATÉGIAS DIETÉTICAS PARA REDUÇÃO DOS ANTIMICROBIANOS

### **João Garcia Caramori Junior**

Médico Veterinário e Mestre em Medicina Veterinária. Realizou Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP- Botucatu). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

caramori.ufmt@gmail.com

### **Uanderson Verissimo Luna**

Zootecnista e Mestre em Ciência Animal pela (UFMT - MT). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Atualmente é Instrutor do SENAR MT.

uandersonluna@hotmail.com

### **Bruno Serpa Vieira**

Professor de Zootecnia do Instituto Federal de Mato Grosso, graduação em Medicina Veterinária (UNESP/Jaboticabal), mestrado em Zootecnia (UNESP/Jaboticabal) e doutorado em Ciência Animal (UFMT/Cuiabá), com período sanduíche na UGA (USA).

vieirabs@hotmail.com

## CAPÍTULO 11 - AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

### **Iran José Oliveira da Silva**

Engenheiro Agrícola e Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas. Realizou Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, São Paulo). Atualmente é Professor livre docente da Universidade de São Paulo (USP- Campus Piracicaba- SP).

iranoliveira@usp.br

### **Gustavo Freire R. Lima**

Zootecnista e Mestre em Produção Animal pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é Supervisor de Serviços Técnicos e Validação de Produtos na Agrocere.

gustavo.lima@agrocere.com

### **Marcela Fernanda Delagracia**

Zootecnista e Mestranda em Ambiente e Bem-estar animal, NUPEA - ESALQ USP.

marceladelagracia@usp.br

## CAPÍTULO 12 - ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM SUINOCULTURA

### **Luciana Foppa**

Engenheira Agrônoma e Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atualmente é pesquisadora na BRF.

lufoppa@yahoo.com.br

### **Carlos Rodolfo Pierozan**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Atualmente é Professor do Departamento Acadêmico de Zootecnia do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba.

carlospierozan@hotmail.com

### **Edilson Caldas**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina com MBA em Gestão Empresarial (FAE, Brasil). Atualmente é Gerente Corporativo de Suinocultura na BRF S/A.

edilson.caldas22@gmail.com

### **André Michelin**

Médico Veterinário e Mestre em Medicina Veterinária (UFPel-RS). Realiza Doutorado pela Universidade Estadual de Londrina. Atualmente é Veterinário Sanitarista da BRF (Brasil Foods).

andre.michelon@brf-br.com

## CAPÍTULO 13 - SISTEMA DE ALOJAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS ADAPTADO PARA A GESTAÇÃO COLETIVA

### **Vamiré Luis Sens Jr.**

Médico Veterinário e Mestrando em Produção e Sanidade Animal pelo Instituto Federal Catarinense. Atualmente é Gerente Executivo de sustentabilidade - Seara Alimentos.

vamire.junior@seara.com.br

### **Julia Eumira Gomes Neves**

Médico Veterinário e Mestre em Zootecnia pela UNESP de Jaboticabal – SP. Realizou Doutorado em Ciências Animais pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é Professora do Instituto Federal de Brasília (IFB- Planaltina).

juliaeumira@gmail.com

### **Juliana Cristina Rego Ribas**

Médica Veterinária e Mestre em Ciência Animal pela UFMT - MT. Atualmente é Gestora de Boas Práticas e Bem-Estar Animal da Agrocere PIC.

juliana.ribas@agrocere.com

## **CAPÍTULO 14 - PERIPARTO E IMUNIDADE NEONATAL**

### **Rafael da Rosa Ulguim**

Médico Veterinário e Mestre em Medicina Veterinária (UFPEL). Realizou Doutorado em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Pós-Doutorado em Reprodução de Bovinos e Produção de Embriões (UFPEL). Atualmente é Professor Adjunto da UFRGS.

rafael.ulguim@ufrgs.br

### **Jorge Rotava**

Médico Veterinário e atualmente é Gerente de Serviços Técnicos da Trouw Nutrition.

jorge.rotava@trouwnutrition.com

### **Kelly Jaqueline Will**

Técnico em Agropecuária (CEDUP), Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Médico Veterinário (UFSM). Mestrado e Doutorado na área de Fisiopatologia da Reprodução Animal (UFRGS).

mallmannal@gmail.com

### **André Luis Mallmann**

Médica Veterinária pelo Instituto Federal Catarinense (Campus Araquari), período sanduíche na Universidade de Minnesota – Crookston. Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é doutoranda em Ciências Veterinárias (UFRGS).

kellyjaquelinewill@gmail.com

## **CAPÍTULO 15 - MANEJO DE LEITEGADAS NUMEROSAS E DESEMPENHO DE LEITÕES LACTENTES**

### **Marina Walter**

Médica Veterinária e Pós Graduação em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária – Setor de Suínos. Atualmente é Agrifirm do Brasil Nutrição Animal LTDA.

mahhwalter@hotmail.com



### **Djane Dallanora**

Médica Veterinária e Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Realizou Doutorado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é Sócia da Integrall Soluções em Produção Animal.

[djane@integrall.org](mailto:djane@integrall.org)

## **CAPÍTULO 16 - INTER-RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÕES, ÍNDICES DE DESEMPENHO E BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA – UMA VISÃO HOLÍSTICA**

### **Marco Aurélio Callegari**

Zootecnista e Mestre em Ciência Animal na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Realizou Doutorado em Ciência Animal na Universidade Estadual de Londrina (UEL).

[marcoacallegari@gmail.com](mailto:marcoacallegari@gmail.com)

### **Carlos Rodolfo Pierozan**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR). Atualmente é Professor do Departamento Acadêmico de Zootecnia do IF Sudeste MG.

[carlospierozan@hotmail.com](mailto:carlospierozan@hotmail.com)

## **CAPÍTULO 17 - BOAS PRÁTICAS EM CRECHE E TERMINAÇÃO**

### **Roniê Wellerson Pinheiro**

Médico Veterinário e Mestre em Medicina Veterinária com ênfase em reprodução de suínos pela UFV. Realizou Doutorado em Zootecnia com ênfase em nutrição de monogástricos. Atualmente é Consultor e Sócio da Integrall Soluções em Produção Animal.

[ronie@integrall.org](mailto:ronie@integrall.org)

## **CAPÍTULO 18 - PISOS, CLAUDICAÇÃO E INTEGRIDADE DOS CASCOS**

### **Ton Kramer**

Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela UFPR. Atualmente é Gerente Comercial – Suínos na ZINPRO.

[tk.contato@gmail.com](mailto:tk.contato@gmail.com)

### **Geraldo Camilo Alberton**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências Veterinárias. Realizou Doutorado em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista- Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Paraná.

alberton@ufpr.br

## **CAPÍTULO 19 – RACTOPAMINA E SEU EFEITO SOBRE O BEM-ESTAR DE SUÍNOS.**

### **Rosangela Poletto**

Medica Veterinária e Mestre em Ciências Agrárias (Michigan State University-USA). É PhD pela Purdue University (Indiana, USA) na área de Comportamento e Bem-estar Animal e é Pós-doutora em Etologia Animal Aplicada (UFSC –LETA- Florianópolis). Atualmente é Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

rosangela.poletto@sertao.ifrs.edu.br

## **CAPÍTULO 20 – EUTANÁSIA EM GRANJAS DE SUÍNOS**

### **Filipe Antonio Dalla Costa**

Médico Veterinário e Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP-Jaboticabal- SP). Realizou Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP-Jaboticabal- SP). Atualmente é Consultor de Bem-estar Animal na Maneja Consultoria Ltda.

filipedallacosta@gmail.com

### **Steffan Edward Octávio Oliveira**

Zootecnista e Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP-Jaboticabal- SP). Realizou Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP-Jaboticabal- SP).

steffan\_edward@yahoo.com.br

### **Troy John Gibson**

Fisiologista e Mestre em Fisiologia pela Massey University (New Zealand). Realizou Doutorado em Fisiologia pela Massey University (New Zealand). Atualmente é Professor Sênior em Bem-estar Animal na Royal Veterinary College – RVC.

tgibson@rvc.ac.uk

**Charli Beatriz Ludtke**

Médica Veterinária e Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas. Realizou Doutorado em Medicina Veterinária (UNESP- Botucatu- SP). Atualmente é Diretora Técnica da Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS.

charli@abcsagro.com.br

**Osmar Antonio Dalla Costa**

Zootecnista e Mestre em Zootecnia (UFV). Realizou Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP- Jaboticabal). Atualmente é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Suínos e Aves-CNPSA- Concórdia- SC).

osmar.dallacosta@embrapa.br

## CAPÍTULO 21 - TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DE COLABORADORES EM SUINOCULTURA

**Paulo Eduardo Bennemann**

Médico Veterinário e doutor em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Experiência profissional na Agroindústria e Ensino Superior na Graduação e Mestrado na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Atua como gerente técnico de suínos na iniciativa privada.

pebedu@hotmail.com

**Amanda Pimenta Siqueira**

Médica Veterinária e Mestre em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais. Realizou Doutorado em reprodução animal pela UFMG e Swedish University of Agricultural Science. Atualmente é Gerente de Serviços Técnicos da Agrocere PIC.

amanda.siqueira@agrocere.com

**Cleandro Pazinato Dias**

Médico Veterinário (UFSM), Mestre em Ciências Veterinárias (UFRGS), com MBA em Gestão do Agribusiness (FGV). Realizou doutorado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR) com período sanduíche na Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). Atualmente é Consultor e sócio da Akei Animal Research (AKEI), Brasil.

cleandro@cleandrodias.com.br

**Jefferson Luis Marcondes**

Administrador com Ênfase em Agronegócio. Atualmente é Supervisor de Produção na Agrocere PIC.

jefferson.marcondes@agrocere.com

## CAPÍTULO 22 – REFLEXÕES SOBRE BIOSSEGURIDADE E SAÚDE ANIMAL

### **José Paulo H. Sato**

Médico Veterinário e Mestre em Sanidade de Suínos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Realizou Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é Coordenador da Sanidade na Agrocere PIC.

jose.sato@agrocere.com

### **Gustavo Manoel Rigueira Simão**

Médico Veterinário e Mestre em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG). Atualmente é Gerente de Serviços Veterinários da Agrocere PIC.

gustavo.simao@abegs.com.br

### **David Emilio Santos Neves de Barcellos**

Médico Veterinário e Mestre em Microbiologia Médica (University of London-UK). Realizou Doutorado em Ciência Microbiológica (UFRJ). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

davidbarcellos@terra.com.br

## CAPÍTULO 23 – A VACINAÇÃO COMO FERRAMENTA NA PROMOÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL

### **Luis Felipe Caron**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná. Realizou Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Paraná.

lfcaron@ufpr.br

### **Breno Castelo Branco Beirão**

Médico Veterinário e Mestre em Microbiologia, Parasitologia e Patologia pela UFPR. Realizou Doutorado em Imunologia Animal pela Universidade de Edimburgo. Atualmente é Professor Adjunto na UFPR.

breno.beirao@ufpr.br

### **Max Ingberman**

Engenheiro de Bioprocessos e Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia pela UFPR. Realizou Doutorado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia pela UFPR. Atualmente é Sócio Proprietário da Imunova Análises Biológicas LTDA.

max@imunova.com.br

### **Celso Favaro Júnior**

Biólogo e Mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná. Realizou Doutorado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia pela UFPR. Atualmente é Sócio proprietário da Imunova Análises Biológicas LTDA.

celso@imunova.com.br

### **Dany Mesa**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná. Realizou Doutorado em Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é estudante de Pós-doutorado na UFPR.

dmesaf7@gmail.com

### **Ricardo T. Lippke**

Médico Veterinário e Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade do Estado do Rio Grande do Sul. Atualmente é Gerente Técnico de Suínos Boehringer Ingelheim AH do Brasil.

ricardo.lippke@boehringer-ingelheim.com

### **Mauro Donin**

Médico Veterinário com MBA gestão empresarial pela FGV. Atualmente é Gerente Nacional de Vendas Boehringer Ingelheim do AH Brasil.

mauro.donin@boehringer-ingelheim.com

## **CAPÍTULO 24 - VACINAS DO SÉCULO XXI: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS**

### **Rafael Frandoloso**

Médico Veterinário e Doutor em Imunologia e Microbiologia Veterinária pela Universidade de León (ULE-Espanha). Realizou Pós-Doutorado em Imunologia e Biologia Estrutural de Antígenos pela Universidade de Calgary (Canadá). Atualmente é Professor da Universidade de Passo Fundo.

rfrandoloso@me.com

# APRESENTAÇÃO

A suinocultura brasileira ocupa a cada dia um local de maior destaque no cenário internacional. Somos o terceiro maior país produtor e o quarto exportador de carne suína. No mercado interno, o consumo per capita tem crescido gradualmente: no ano de 2019, cada brasileiro consumiu em média 15,3 kg de carne. Entre empregos diretos e indiretos são mais de 1,1 milhão, com um valor bruto da produção na casa dos 13 milhões de reais.

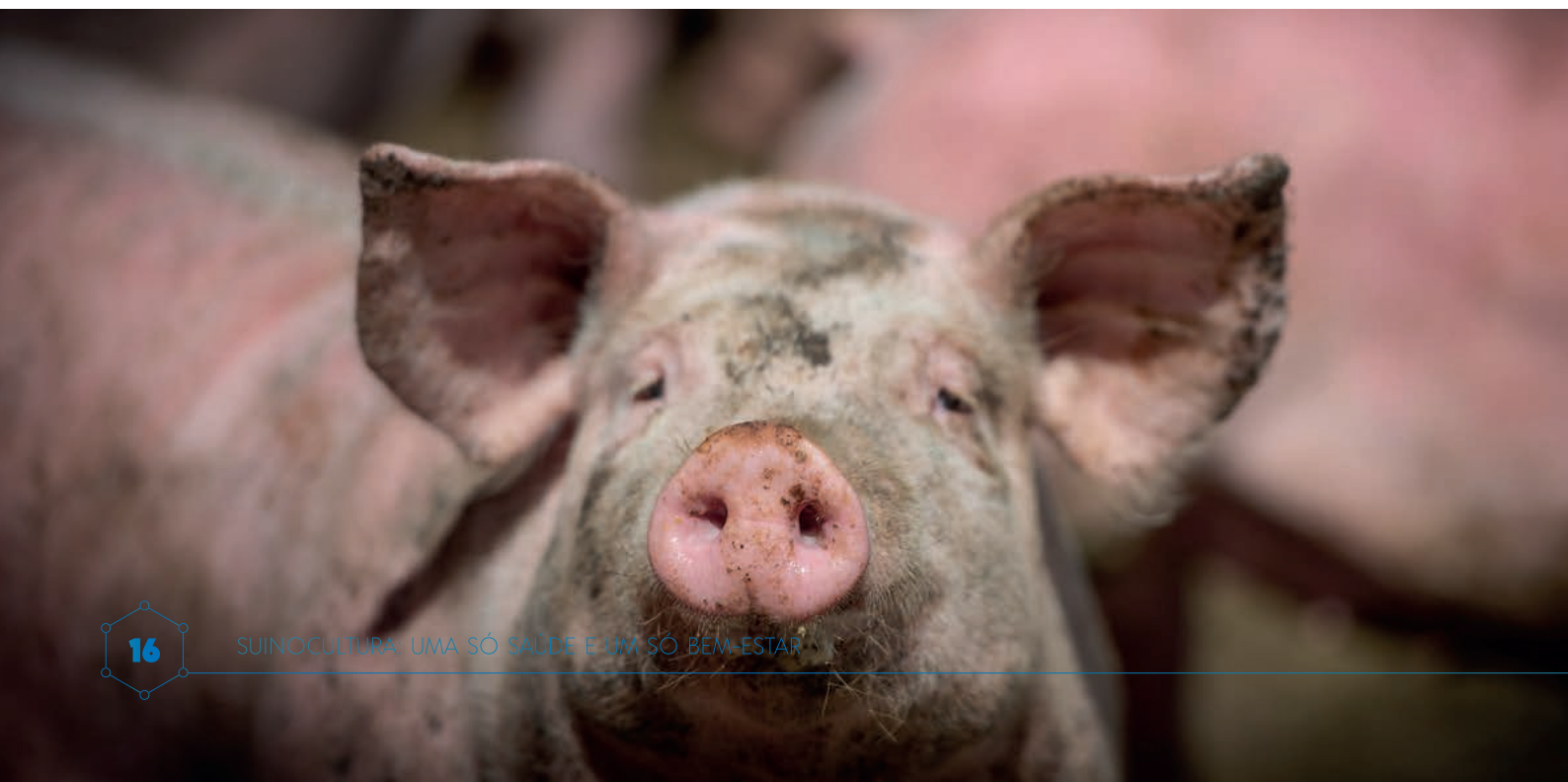
Diante de um cenário promissor e pujante como este, os desafios crescem na mesma magnitude. A produção de suínos em ambientes intensivos deve atender as demandas de um consumidor moderno, que não deseja apenas atributos sensoriais da carne, como também o cumprimento de questões éticas relacionadas ao bem-estar dos animais, qualidade de vida das pessoas envolvidas e os cuidados com o meio ambiente.

Com o objetivo de difundir conhecimento a uma cadeia em constante inovação, este material contempla temas de relevância para o setor suinícola, servindo de apoio na condução técnica, gerencial e estratégica do negócio quando vislumbramos uma suinocultura moderna e sustentável.

As próximas páginas reúnem artigos de mais de 60 pesquisadores, profissionais que são hoje referência do setor suinícola nacional e internacional. Entendemos que o melhor caminho está na discussão intensa de nossos desafios e na orientação para as melhores práticas. Aos autores e autoras, portanto, os nossos mais profundos agradecimentos por se disporem, de forma voluntária, a contribuir com esta obra.

Ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e ao IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura), devemos nossos agradecimentos pela iniciativa de criação e patrocínio deste material. A visão e compromisso com a produção de alimentos saudáveis por parte destas instituições colabora grandemente com o sucesso da cadeia produtiva.

**Tereza Cristina**  
**Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**



# PREFÁCIO

Cada vez mais, consumidores conectados em rede e bem informados pressionam as cadeias produtivas por padrões elevados de sustentabilidade e ética. A indústria de proteína animal não fica de fora deste processo, pelo contrário: com centros de consumo distanciados do campo, os consumidores estão cada vez mais criteriosos na escolha de produtos e para isso demandam informações sobre a origem do alimento, uso de conservantes, padrões sanitários ou de bem-estar oferecido aos animais de produção.

Neste cenário, a forma como os animais são produzidos, alojados, transportados e abatidos adquire papel central no processo. Por isso o tema bem-estar animal deixou de ser um mero valor agregado ao produto para se tornar critério obrigatório para quem deseja se manter competitivo no mercado.

Para apoiar essa transição, a Organização Mundial de Saúde Animal desenvolveu o conceito de One Welfare (um só bem-estar), que relaciona o bem-estar animal, o bem-estar humano e o meio ambiente. Estes se conectam com One Health (uma só saúde), mostrando que saúde humana, animal, e ambiental estão interconectadas e que devem ser trabalhadas de modo único para que haja equilíbrio no ambiente.

Esse conceito busca disseminar boas práticas fundamentais para criar um mundo mais saudável e sustentável para as próximas gerações, em todos os setores e cadeias. Em outras palavras, ao cuidar da forma como criamos os animais, produzimos alimentos saudáveis e preservamos os recursos naturais, contribuimos para sustentabilidade global.

Animais criados a partir das melhores práticas de bem-estar animal têm suas necessidades comportamentais, ambientais e fisiológicas atendidas. Portanto, são menos estressados e menos propensos às enfermidades, necessitando de menos antimicrobianos. O uso racional dos antimicrobianos na produção animal melhora a segurança dos alimentos e gera retorno produtivo ao suinocultor, afetando o bem-estar das pessoas e reduzindo o impacto ambiental. Em um mundo onde moléculas eficientes contra doenças estão cada vez mais raras e bactérias se multiplicam de forma exponencial, buscar contramedidas para assegurar uma produção mais saudável é dever de todos da cadeia.

Implementar programas de boas práticas de produção é o caminho para melhorar o manejo das granjas de suínos e, por consequência, a qualidade de vida dos animais. Reaprender a olhar o animal para reduzir as situações de estresse crônico é ponto base nesse movimento. Revisar e ponderar práticas de manejo, adequações de conduta, e escolha de instalações, verificando pontos nevrálgicos de situações que ocasionam estresse e doença são aspectos fundamentais para promover uma produção mais equilibrada.

São inúmeros os pontos que devemos abordar na busca de uma produção sustentável. Assim, revisar e refletir sobre os manejos é caminho fundamental para assegurar que a produção de carne suína não seja vista como um vilão para as próximas gerações.

Produtores e técnicos devem atuar com base na visão holística da cadeia. O caminho deve ser redesenhado e ponderado. Esta não é tarefa fácil, mas esperamos que este livro abra caminhos para uma postura pragmática e proativa na adoção de boas práticas de produção.

**Juliana Ribas, Charli Ludtke, Cleandro Pazinato Dias e Lizie Pereira Buss**  
**Editores**

# SUMÁRIO

## **CAPÍTULO 1 - BEM-ESTAR ANIMAL E IMPLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS | 31**

- 1.1. INTRODUÇÃO | 31
- 1.2. O CONCEITO CIENTÍFICO DE BEM-ESTAR ANIMAL | 32
- 1.3. OS ANIMAIS COMO SERES SENCIENTES | 33
- 1.4. AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL | 34
  - 1.4.1. Exemplos de como avaliar problemas de bem-estar de suínos | 36
  - 1.4.2. Falhas na ingestão de colostro | 37
  - 1.4.3. Baixa produção de leite | 38
- 1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 39
- 1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 39

## **CAPÍTULO 2 - CENÁRIO INTERNACIONAL NA APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM SUINOCULTURA | 44**

- 2.1. INTRODUÇÃO | 44
- 2.2. CENÁRIO BRASILEIRO | 46
- 2.3. CENÁRIOS INTERNACIONAIS | 48
  - 2.3.1. Chile | 48
  - 2.3.2. Uruguai | 49
  - 2.3.3. Demais países da América Latina | 50
  - 2.3.4. Estados Unidos | 51
  - 2.3.5. Canadá | 53
  - 2.3.6. Ásia | 55
  - 2.3.7. União Europeia | 56
- 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59
- 2.5. AGRADECIMENTOS | 59
- 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59

## **CAPÍTULO 3 - AS EXIGÊNCIAS LEGAIS DE PROTEÇÃO AO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS E SUA APLICAÇÃO À SUINOCULTURA | 65**

- 3.1. INTRODUÇÃO | 65
- 3.2. NORMAS AGROPECUÁRIAS QUE INCORPORAM O BEM-ESTAR ANIMAL | 66
- 3.3. RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS DE BEM-ESTAR PARA SUÍNOS | 70
- 3.4. ATIVIDADE PECUÁRIA E O DEVER DE PROTEÇÃO À FAUNA | 71
- 3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 73
- 3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74



## **CAPÍTULO 4 - INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS NA SUINOCULTURA | 76**

- 4.1. INTRODUÇÃO | 76
- 4.2. INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS E MEDO | 76
- 4.3. EFEITOS DAS INTERAÇÕES NEGATIVAS NO COMPORTAMENTO DOS SUÍNOS | 77
- 4.4. EFEITOS DAS INTERAÇÕES NEGATIVAS NA PRODUÇÃO, REPRODUÇÃO E FISIOLOGIA DOS SUÍNOS | 78
- 4.5. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM ENVOLVIDOS NAS INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS | 78
- 4.6. COMPORTAMENTO HUMANO E COMPORTAMENTO ANIMAL | 80
- 4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 81
- 4.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 81

## **CAPÍTULO 5 - A VISÃO DO CONSUMIDOR SOBRE BEM-ESTAR ANIMAL | 85**

- 5.1. INTRODUÇÃO | 85
- 5.2. PESQUISAS DE MERCADO | 85
- 5.3. O CONSUMIDOR LATINO-AMERICANO | 86
- 5.4. O CONSUMIDOR EUROPEU | 90
- 5.5. CONCLUSÃO | 92
- 5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 92

## **CAPÍTULO 6 - SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS | 95**

- 6.1. INTRODUÇÃO | 95
- 6.2. AVALIAÇÃO FINANCEIRA COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE GESTAÇÃO EM GAIOLAS E DE BAIAS COLETIVAS: UM ESTUDO DE CASO | 99
  - 6.2.1. Método utilizado | 99
  - 6.2.2. Principais resultados | 102
- 6.3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 104
- 6.4. AGRADECIMENTOS | 105
- 6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 106

## **CAPÍTULO 7 - A INFLUÊNCIA GENÉTICA SOBRE A SAÚDE E O BEM-ESTAR ANIMAL | 109**

- 7.1. INTRODUÇÃO | 109
- 7.2. SAÚDE ANIMAL | 109
  - 7.2.1. Seleção clássica | 110
  - 7.2.2. Edição do genoma | 114
- 7.3. BEM-ESTAR ANIMAL | 114
  - 7.3.1. Robustez | 115

7.3.1.1. Seleção para características de robustez | 115

7.3.1.2. Normas de reação | 117

7.3.2. Privação comportamental | 118

7.3.3. Dominância agressiva | 119

7.3.4. Evitar tratamentos invasivos | 119

7.3.4.1. Odor de macho inteiro | 119

7.3.4.2. Comportamento social nocivo | 120

7.4. CONCLUSÕES | 121

7.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 122

## **CAPÍTULO 8 - DOR E ANALGESIA | 126**

8.1 INTRODUÇÃO | 126

8.2. DOR: DEFINIÇÕES, TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÕES | 127

8.2.1. Dor neuropática | 128

8.2.2. Dor nociceptiva | 128

8.2.3. Dor inflamatória | 129

8.3. FISIOLOGIA DA DOR | 130

8.4. INDICADORES DE DOR EM SUÍNOS | 132

8.5. CONTROLE DA DOR EM SUÍNOS | 135

8.5.1. Anestésicos locais | 137

8.5.2. Aines (anti-inflamatórios não esteroides) | 138

8.5.3. Opioides | 139

8.5.4. Agonistas | 140

8.5.5. Glicocorticoides | 140

8.5.6. Cetamina | 140

8.5.7. Condições a serem contornadas para viabilizar o controle da dor em suínos | 141

8.6. MANEJOS E OUTRAS CONDIÇÕES QUE CAUSAM DOR NOS SUÍNOS | 141

8.6.1. Castração | 142

8.6.2. Corte da cauda | 143

8.6.3. Corte ou desgaste de dentes | 144

8.6.4. Métodos para identificação dos suínos | 145

8.6.5. Condições diversas passíveis de ocasionar dor | 147

8.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 149

8.8. AGRADECIMENTOS | 150

8.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 150

## **CAPÍTULO 9 - USO RACIONAL DE ANTIMICROBIANOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS | 158**

9.1. INTRODUÇÃO | 158

9.2. APLICAÇÕES PRÁTICAS PARA O USO RACIONAL DE ANTIMICROBIANOS | 159

9.2.1. Ações sanitárias | 159

9.2.1.1. Biossegurança | 159

9.2.1.2. Diagnóstico sanitário adequado | 160

9.2.2. Ações nutricionais | 161

9.2.2.1. Uso de eubióticos | 161

9.2.3. Ações estruturais/instalações | 163

9.3. OBJETIVOS DO USO DE ANTIMICROBIANOS E VIAS DE ADMINISTRAÇÃO | 164

9.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 169

9.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 169

9.6. ANEXO 1 - MODELO CHECK-LIST DE BIOSSEGURANÇA | 170

## **CAPÍTULO 10 - ESTRATÉGIAS DIETÉTICAS PARA REDUÇÃO DOS ANTIMICROBIANOS | 177**

10.1. INTRODUÇÃO | 177

10.2. A AÇÃO DOS ANTIBIÓTICOS MELHORADORES DE DESEMPENHO | 178

10.3. ACIDIFICANTES | 180

10.3.1. Ácidos orgânicos | 180

10.3.2. Ácidos inorgânicos | 181

10.3.3. Sais de ácidos | 181

10.3.4. Misturas de ácidos | 182

10.4. ENZIMAS EXÓGENAS | 182

10.5. FITOTERÁPICOS | 183

10.6. PREBIÓTICOS | 184

10.6.1. Mecanismos de ação dos prebióticos | 185

10.6.2. Mananoligossacárideos | 186

10.6.3. B-glucanos | 187

10.7. PROBIÓTICOS | 189

10.8. SIMBIÓTICOS | 190

10.9. MINERAIS | 191

10.9.1. Zinco | 191

10.10. NUCLEOTÍDEOS | 192

10.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 193

10.12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 193

## **CAPÍTULO 11 - AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS | 205**

- 11.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS | [205](#)
- 11.2. O ANIMAL | [206](#)
- 11.3. MECANISMOS DE CONTROLE DO AMBIENTE | [209](#)
  - 11.3.1. Efeito da ventilação | [211](#)
  - 11.3.2. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo | [212](#)
- 11.4. PARÂMETROS DE AMBIÊNCIA PARA SUÍNOS | [214](#)
  - 11.4.1. Ambiência nos galpões de gestação | [214](#)
  - 11.4.2. Ambiência nos galpões de maternidade | [215](#)
  - 11.4.3. Ambiência em galpões de creche | [218](#)
  - 11.4.4. Ambiência nos galpões de recria e terminação | [219](#)
- 11.5. ASPECTOS PRÁTICOS DE CONTROLE DA AMBIÊNCIA. | [220](#)
- 11.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | [223](#)
- 11.7. REFERÊNCIAS | [223](#)

## **CAPÍTULO 12 - ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM SUINOCULTURA | 227**

- 12.1. INTRODUÇÃO | [227](#)
- 12.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS E PROPRIEDADES DESEJÁVEIS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL | [228](#)
- 12.3. ESTUDOS CIENTÍFICOS E APLICAÇÕES PRÁTICAS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM SUINOCULTURA | [231](#)
  - 12.3.1. Enriquecimento para matrizes suínas | [232](#)
  - 12.3.2. Enriquecimento para leitões lactentes e na fase de creche | [233](#)
  - 12.3.3. Enriquecimento para suínos em crescimento e terminação | [234](#)
- 12.4. ESTRATÉGIAS PARA INCENTIVAR A ATENÇÃO E PROLONGAR O INTERESSE DO SUÍNO PELOS MATERIAIS OFERTADOS | [236](#)
- 12.5. APLICAÇÕES EM GRANJAS COMERCIAIS BRASILEIRAS | [238](#)
- 12.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | [241](#)
- 12.7. AGRADECIMENTOS | [241](#)
- 12.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [241](#)

## **CAPÍTULO 13 - SISTEMAS DE ALOJAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS ADAPTADOS PARA A GESTAÇÃO COLETIVA | 247**

- 13.1. INTRODUÇÃO | [247](#)
- 13.2. COMPORTAMENTO DAS MATRIZES SUÍNAS | [247](#)
  - 13.2.1. Formação dos grupos | [248](#)
  - 13.2.2. Visão, audição e olfato | [248](#)
  - 13.2.3. Importância do manejo | [248](#)

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 13.3. SISTEMA DE GESTAÇÃO EM CELAS INDIVIDUAIS                  | 249 |
| 13.4. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO NA GESTAÇÃO COLETIVA              | 251 |
| 13.4.1. Estações eletrônicas de alimentação                     | 251 |
| 13.4.2. Alimentação no piso                                     | 252 |
| 13.4.3. Alimentação no minibox                                  | 253 |
| 13.5. TEMPO DE PERMANÊNCIA EM CELA INDIVIDUAL                   | 254 |
| 13.6. MANEJO RACIONAL DAS MATRIZES                              | 260 |
| 13.7. SISTEMA DE PISO NO ALOJAMENTO COLETIVO                    | 260 |
| 13.8. ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES                                 | 262 |
| 13.8.1. Incremento de metro quadrado disponível                 | 263 |
| 13.8.2. Pontos relevantes                                       | 264 |
| 13.9. CASE DE ADEQUAÇÃO AO BEM-ESTAR ANIMAL                     | 264 |
| 13.9.1. Primeiro passo: Planejamento                            | 265 |
| 13.9.2. Segundo passo: Destruição construtiva                   | 265 |
| 13.9.3. Terceiro passo: Capacitação da equipe                   | 265 |
| 13.9.4. Quarto passo: Adaptação das fêmeas às novas instalações | 266 |
| 13.9.5. Quinto passo: Adequação das fêmeas ao grupo             | 266 |
| 13.9.6. Sexto passo: Adaptação da equipe ao novo sistema        | 266 |
| 13.9.7. Sétimo Passo: Evolução dos resultados                   | 267 |
| 13.10. CONCLUSÕES                                               | 267 |
| 13.11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                               | 268 |

## **CAPÍTULO 14 - PERIPARTO E IMUNIDADE NEONATAL | 271**

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1. INTRODUÇÃO                                                 | 271 |
| 14.2. PRÉ-PARTO                                                  | 271 |
| 14.2.1. Impactos do estresse pré-parto na fêmea e nos leitões    | 271 |
| 14.2.2. Manejo nutricional pré-parto                             | 272 |
| 14.2.3. Água                                                     | 274 |
| 14.2.4. Manejo de transferência da gestação para maternidade     | 274 |
| 14.2.5. Vacinações pré-parto                                     | 274 |
| 14.3. CUIDADOS DURANTE O PARTO                                   | 275 |
| 14.3.1. Impactos do estresse no parto sobre a fêmea e os leitões | 275 |
| 14.3.2. Alimentação (imediatamente antes e após o parto)         | 275 |
| 14.3.3. Atendimento ao parto                                     | 276 |
| 14.3.4. Atendimento ao leitão neonato                            | 277 |
| 14.3.5. Produção de colostro                                     | 278 |

14.3.6. Imunidade do neonato e consumo de colostro | [279](#)

14.3.7. Aquecimento | [280](#)

14.4. CUIDADOS PÓS-PARTO | [281](#)

14.4.1. Alimentação da fêmea | [281](#)

14.4.2. Uniformização de leitegada | [281](#)

14.4.3. Manejos com leitões | [282](#)

14.5. CONCLUSÕES | [283](#)

14.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [283](#)

## **CAPÍTULO 15 - MANEJO DE LEITEGADAS NUMEROSAS E DESEMPENHO DE LEITÕES LACTENTES | 288**

15.1. INTRODUÇÃO | [288](#)

15.2. MANEJOS DE MATERNIDADE PARA LEITEGADAS NUMEROSAS | [291](#)

15.2.1. Secagem, antisepsia de umbigo e fornecimento de calor | [293](#)

15.2.2. Primeiras mamadas | [294](#)

15.2.3. Uniformização de leitegadas e capacidade de amamentação das matrizes | [298](#)

15.2.4. Manejo de leitões com baixo peso ao nascer | [300](#)

15.2.5. Manejos com leitões que falham no desenvolvimento ao longo da lactação – mãe-de-leite curativa | [301](#)

15.3. CONCLUSÕES | [302](#)

15.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [303](#)

## **CAPÍTULO 16 - INTER-RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÕES, ÍNDICES DE DESEMPENHO E BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA - UMA VISÃO HOLÍSTICA | 307**

16.1. INTRODUÇÃO | [307](#)

16.2. RELAÇÃO DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO COM O BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA | [308](#)

16.3. INTER-RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÕES, ÍNDICES DE DESEMPENHO E BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA | [310](#)

16.3.1. Fase de cobertura | [311](#)

16.3.2. Fase de gestação | [313](#)

16.3.3. Alojamento em celas | [313](#)

16.3.3.1. Alojamento em baias coletivas | [314](#)

16.3.3.2. Sistema de alojamento no início da gestação | [315](#)

16.3.3.3. Sistemas de alimentação para matrizes mantidas em baias coletivas | [316](#)

16.3.3.4. Provimento de espaço | [319](#)

16.3.3.5. Tamanho do grupo | [320](#)

16.3.3.6. Provimento de barreiras dentro da baia e design geral das instalações | [321](#)

- 16.3.3.7. Área para alojamento de macho suíno | [322](#)
- 16.3.4. Fase de lactação | [323](#)
  - 16.3.4.1. Ambiente na fase anterior a entrada da matriz na maternidade | [324](#)
  - 16.3.4.2. Sistemas de alojamento durante o pré-parto e a lactação | [324](#)
  - 16.3.4.3. Provimento de substrato para construção do ninho | [328](#)
  - 16.3.4.4. Bebedouros e comedouros | [329](#)
  - 16.3.4.5. Microambiente do leitão na maternidade | [330](#)
- 16.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | [331](#)
- 16.5. AGRADECIMENTOS | [332](#)
- 16.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [332](#)

## **CAPÍTULO 17 - BOAS PRÁTICAS EM CRECHE E TERMINAÇÃO | 338**

- 17.1. MANEJOS APLICADOS À CRECHE | [343](#)
- 17.2. MANEJOS APLICADOS À TERMINAÇÃO | [343](#)
  - 17.2.1. Cuidados no alojamento dos leitões | [344](#)
- 17.3. SAÍDA PARA O ABATE | [347](#)
  - 17.3.1. Manejo pré-embarque | [347](#)
  - 17.3.2. Principais cuidados no embarque | [348](#)
  - 17.3.3. Principais cuidados no transporte | [349](#)
- 17.4. CONCLUSÕES | [349](#)
- 17.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [350](#)

## **CAPÍTULO 18 - PISO, CLAUDICAÇÃO E INTEGRIDADE DOS CASCOS | 352**

- 18.1. INTRODUÇÃO | [352](#)
- 18.2. CLAUDICAÇÃO | [352](#)
  - 18.2.1. Identificação e classificação da claudicação | [353](#)
  - 18.2.2. Causas da claudicação | [354](#)
- 18.3. ANATOMIA E FISILOGIA DOS CASCOS | [355](#)
- 18.4. RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E FORMAÇÃO DOS CASCOS | [358](#)
  - 18.4.1. Proteína e aminoácidos | [358](#)
  - 18.4.2. Minerais | [359](#)
  - 18.4.3. Vitaminas | [360](#)
  - 18.4.4. Água | [360](#)
  - 18.4.5. Ractopamina (e outros agonistas beta-adrenérgicos) | [361](#)
  - 18.4.6. Micotoxinas | [361](#)
  - 18.4.7. Práticas alimentares | [361](#)

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 18.5. BIOMECÂNICA DO DESLOCAMENTO                                                | 362 |
| 18.6. LESÕES NOS CASCOS                                                          | 363 |
| 18.6.1. Inflamação                                                               | 364 |
| 18.6.2. Trauma                                                                   | 365 |
| 18.6.3. Baixa qualidade do tecido córneo, associado a fatores mecânicos          | 366 |
| 18.7. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DO PISO E SUA RELAÇÃO COM O APARELHO LOCOMOTOR | 367 |
| 18.7.1. Tipo de piso e modelo construtivo                                        | 368 |
| 18.7.2. Piso ripado x piso compacto                                              | 368 |
| 18.7.3. Permeabilidade ou capacidade de drenagem do piso                         | 372 |
| 18.7.4. Qualidade construtiva                                                    | 373 |
| 18.7.5. Abrasividade do piso e coeficiente de atrito                             | 374 |
| 18.7.6. Elasticidade do piso ou capacidade de absorção de impactos               | 376 |
| 18.7.7. Pisos novos                                                              | 376 |
| 18.7.8. Manutenção                                                               | 377 |
| 18.7.9. Conservação do piso                                                      | 377 |
| 18.7.10. Limpeza e higiene                                                       | 379 |
| 18.8. CONCLUSÃO                                                                  | 379 |
| 18.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                                 | 379 |

## **CAPÍTULO 19 - RACTOPAMINA E SEU EFEITO SOBRE O BEM-ESTAR DE SUÍNOS | 387**

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 19.1. INTRODUÇÃO                                      | 387 |
| 19.2. MECANISMO DE AÇÃO DA RACTOPAMINA                | 388 |
| 19.3. EFEITOS DA RACTOPAMINA NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO | 389 |
| 19.4. EFEITOS DA RACTOPAMINA NA FISIOLOGIA            | 391 |
| 19.5. EFEITOS DA RACTOPAMINA NO COMPORTAMENTO         | 392 |
| 19.6. EFEITOS DA RACTOPAMINA NA SAÚDE                 | 395 |
| 19.7. CONCLUSÃO                                       | 397 |
| 19.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                      | 397 |

## **CAPÍTULO 20 - EUTANÁSIA EM GRANJAS DE SUÍNOS | 402**

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 20.1. INTRODUÇÃO                                              | 402 |
| 20.2. MÉTODOS DE DESCARTE                                     | 402 |
| 20.2.1. Concussivos                                           | 402 |
| 20.2.2. Desempenho do PDC e cartuchos de diferentes potências | 409 |
| 20.2.3. Prevenção de acidentes utilizando a PDC               | 410 |
| 20.2.4. Armas de fogo                                         | 411 |



- 20.2.5. Métodos elétricos | [412](#)
- 20.2.6. Gás | [413](#)
- 20.2.7. Atmosfera de baixa pressão (low atmosphere pressure stunning – laps) | [415](#)
- 20.2.8. Laps para suínos | [416](#)
- 20.3. CONTENÇÃO DOS ANIMAIS | [416](#)
- 20.4. CONCLUSÃO | [417](#)
- 20.5. AGRADECIMENTOS | [417](#)
- 20.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | [418](#)

## **CAPÍTULO 21 - TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DE COLABORADORES EM SUINOCULTURA | [425](#)**

- 21.1. A CAPACITAÇÃO DA EQUIPE NA MELHORIA DE RESULTADOS | [425](#)
- 21.2. EXIGÊNCIAS LEGAIS EM RELAÇÃO À CAPACITAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO | [426](#)
- 21.3. GESTÃO DAS EQUIPES NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO | [427](#)
  - 21.3.1. Resultados | [427](#)
  - 21.3.2. Distribuição da mão de obra na granja | [428](#)
  - 21.3.3. Metas de produção | [429](#)
    - 21.3.3.1. Critérios para definição da meta | [429](#)
  - 21.3.4. Gestão da rotina de trabalho | [429](#)
    - 21.3.4.1. Procedimento operacional padrão | [429](#)
    - 21.3.4.2. Gestão à vista | [430](#)
    - 21.3.4.3. Método de solução de problemas | [430](#)
    - 21.3.4.4. Matriz de responsabilidade | [432](#)
    - 21.3.4.5. O Método da cumbuca | [432](#)
- 21.4. ADMINISTRAÇÃO PARTICIPATIVA E INFORMAÇÃO COMO FATORES MOTIVACIONAIS | [433](#)
  - 21.4.1. O conceito CCQ | [434](#)
- 21.5. TÉCNICAS DE GESTÃO E MOTIVAÇÃO DE PESSOAL | [437](#)
  - 21.5.1. Pilares da motivação | [438](#)
  - 21.5.2. O desafio da rotatividade: Como reter mão-de-obra de qualidade | [439](#)
  - 21.5.3. Plano de remuneração variável em granjas | [439](#)
  - 21.5.4. Qualidade de vida oferecida aos colaboradores | [440](#)
- 21.6. HABILIDADES NECESSÁRIAS PARA GERENCIAR UMA UNIDADE PRODUTIVA | [441](#)
- 21.7. PRINCIPAIS DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO DE TALENTOS HUMANOS PARA SUINOCULTURA | [442](#)
- 21.8. ENSINO E DESENVOLVIMENTO DE BOAS PRÁTICAS NA SUINOCULTURA | [443](#)
- 21.9. ESTUDO DE CASO: TREINAMENTO DE PESSOAS | [443](#)
  - 21.9.1. Análise da situação | [444](#)

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 21.9.2. Plano de ação                   | 445 |
| 21.9.3. Resultados                      | 447 |
| 21.9.4. Principais desafios enfrentados | 449 |
| 21.10.. CONSIDERAÇÕES FINAIS            | 449 |
| 21.11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS       | 450 |

## **CAPÍTULO 22 - REFLEXÕES SOBRE BIOSSEGURIDADE E SAÚDE ANIMAL | 453**

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 22.1. INTRODUÇÃO                                        | 453 |
| 22.2. BIOSSEGURIDADE                                    | 453 |
| 22.2.1. Transmissão de agentes infecciosos              | 454 |
| 22.2.2. Planejamento dos processos de biosseguridade    | 454 |
| 22.2.3. Principais medidas a ser implementadas          | 455 |
| 22.2.4. Localização                                     | 455 |
| 22.2.5. Filtragem de ar                                 | 456 |
| 22.2.6. Local de estacionamento e trânsito de veículos  | 456 |
| 22.2.7. Cerca de isolamento e cinturão verde            | 456 |
| 22.2.8. Escritório                                      | 457 |
| 22.2.9. Vestiário                                       | 457 |
| 22.2.10. Refeitório                                     | 458 |
| 22.2.11. Visitas à unidade produtiva                    | 458 |
| 22.2.12. Desinfecção de equipamentos e objetos          | 459 |
| 22.2.13. Utilização de botas e pedilúvios               | 459 |
| 22.2.14. Esterqueiras, depósito e tratamento de dejetos | 460 |
| 22.2.15. Controle de roedores                           | 460 |
| 22.2.16. Controle de moscas e mosquitos                 | 461 |
| 22.2.17. Rações                                         | 461 |
| 22.2.18. Água                                           | 462 |
| 22.3. SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE SUÍNOS MORTOS         | 462 |
| 22.4. TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS E VISITANTES           | 463 |
| 22.5. TRANSPORTE DE ANIMAIS                             | 463 |
| 22.5.1. Embarcadouro/desembarcadouro de suínos          | 464 |
| 22.6. QUARENTENA E ACLIMATAÇÃO                          | 464 |
| 22.7. DOSES DE SÊMEN                                    | 465 |
| 22.8. SAÚDE ANIMAL                                      | 465 |
| 22.9. CONCLUSÕES                                        | 466 |
| 22.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                       | 467 |

## **CAPÍTULO 23 - A VACINAÇÃO COMO FERRAMENTA NA PROMOÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL | 472**

### 23.1. INTRODUÇÃO | 472

#### 23.1.1. O caso da imunocastração | 473

### 23.2. TIPOS DE VACINAS E A RESPOSTA IMUNE: FATORES A SE CONSIDERAR NA ESCOLHA DE UMA VACINA | 474

#### 23.2.1. Vacinas vivas | 474

#### 23.2.2. Vacinas de vetor viral | 475

#### 23.2.3. Vacinas inativadas | 476

#### 23.2.4. Vacinas de subunidades | 476

### 23.3. EFICÁCIA VACINAL | 477

#### 23.3.1. Inibição de infecção vs. inibição de replicação | 477

#### 23.3.2. Imunidade de mucosas | 479

#### 23.3.3. A tolerância imune das mucosas | 479

#### 23.3.4. A segregação imune das mucosas | 480

#### 23.3.5. Resistência a vacinas | 480

### 23.4. FALHAS NO BEM-ESTAR E FALHAS VACINAIS | 481

#### 23.4.1. Inflamação vacinal | 482

### 23.5. REAÇÕES ADVERSAS CAUSADAS POR VACINAS | 483

#### 23.5.1. Reações adversas locais | 483

#### 23.5.2. Reações adversas sistêmicas | 484

### 23.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 485

### 23.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 485

## **CAPÍTULO 24 - VACINAS DO SÉCULO XXI: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS | 489**

### 24.1. Introdução | 489

#### 24.2. Qual é o impacto da vacinação no suíno e na granja? | 490

#### 24.3. Como são formuladas as vacinas utilizadas na suinocultura? | 490

#### 24.4. Vacinação intradérmica: Realidade e futuro | 494

#### 24.5. Vacinas de RNA: Antiga utopia, agora uma realidade comercial | 496

#### 24.6. Considerações finais | 497

#### 24.7. Referências bibliográficas | 498



# CAPÍTULO 1 – BEM-ESTAR ANIMAL E IMPLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

**Autores:** PARANHOS DA COSTA, M. J. R.\*; RIBAS, J. C. R.

**contato:** mpcosta@fcav.unesp.br

## 1.1. INTRODUÇÃO

A conscientização sobre o tema bem-estar animal é crescente nos diversos elos da cadeia produtiva da carne suína. Este interesse tem sido despertado pela oportunidade que a adoção de boas práticas de bem-estar animal traz em conquistar mercados mais exigentes e por possibilitar a redução das perdas econômicas decorrentes de falhas de manejo e da inadequação de instalações e equipamentos, que resultam em sofrimento dos animais e aumento de problemas de qualidade das carcaças e da carne (PARANHOS DA COSTA et al., 2012, van STAAVEREN et al., 2017). Por conta dos prejuízos causados por estes problemas, temos focado nossa atenção na etapa final do processo produtivo, o manejo pré-abate, que é caracterizado pela realização de uma série de procedimentos que tem início com a preparação dos animais para o embarque, passa pelo transporte e continua com os manejos realizados nos frigoríficos, até que os animais sejam abatidos.

Assim, a identificação das causas e a busca de soluções para os problemas de bem-estar animal durante o manejo pré-abate têm orientado grande parte das pesquisas desenvolvidas sobre o tema (DALLA COSTA et al., 2007; MACHADO et al., 2014; CARROLL, et al., 2016; BOTTACINI et al., 2018) e, com base nos resultados dessas pesquisas, diversas recomendações de boas práticas de manejo têm sido geradas (DALLA COSTA et al. 2012; LUDKE et al., 2016), com o objetivo de reduzir ou, quando possível, eliminar práticas de manejo que causam estresse e sofrimento aos suínos e que resultam em perdas econômicas para toda a cadeia produtiva. Nos últimos anos, essas ações se expandiram para outras etapas do processo produtivo, tratando de melhorar as condições de criação e o manejo dos suínos desde o nascimento até o abate, como evidenciado pela recente publicação do capítulo 7.13, do Código Sanitário de Animais Terrestres da OIE (Organização Mundial para Saúde Animal), que trata da questão do bem-estar animal nos diversos sistemas de produção de suínos (OIE, 2018).

Independentemente do contexto em que se trabalha e da abordagem utilizada, deve-se ter em conta que bem-estar animal é um tema bastante complexo, envolvendo dimensões científicas, éticas, econômicas, culturais, sociais, religiosas e políticas (BAYVEL, 2004), sendo esperado, portanto, encontrar grande diversidade na forma com que este tema é abordado por diferentes segmentos da sociedade. Por exemplo, é frequente a ação de grupos de proteção animal em diferentes esferas do poder público para a definição ou aplicação de normas legais que definem (ou limitam) as ações humanas na criação e manejo de animais (ALMG, 2014; AGÊNCIA BRASIL, 2018) e, de maneira complementar, esses grupos também atuam junto a diversos segmentos das cadeias produtivas da pecuária, estimulando a adoção de sistemas de produção e de práticas de manejo reconhecidos como mais amigáveis para os animais (HSI, 2014; WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014). Além de melhorar o bem-estar dos animais, destaca-se que muitas das recomendações oferecidas por estas organizações têm potencial para reduzir as perdas produtivas e melhorar os resultados econômicos do empreendimento.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o conceito e os métodos científicos para a avaliação do bem-estar animal em sistemas de produção de suínos. Além disso, iremos apresentar alguns exemplos práticos de como abordar os problemas de bem-estar animal, comuns nas rotinas de criação e manejo dos suínos.

## 1.2. O CONCEITO CIENTÍFICO DE BEM-ESTAR ANIMAL

Apesar de relativamente nova, a ciência do bem-estar animal teve um desenvolvimento expressivo nos últimos 40 anos, oferecendo um conceito muito bem fundamentado e reconhecido por autoridades sanitárias nacionais (MAPA, 2008) e internacionais (BAYVEL, 2004; OIE, 2018), além de dispor de métodos objetivos para avaliar o estado de bem-estar dos suínos e de várias outras espécies nas diversas etapas do processo produtivo.

Não há dúvidas de que o desenvolvimento deste ramo da ciência foi estimulado pela publicação do livro "Animal Machines", de autoria de Ruth Harrison (HARRISON, 1964) e pelo impacto que teve na sociedade britânica ao desencadear uma série de reações que levou o governo britânico a constituir um comitê parlamentar, conhecido como Comitê Brambell, para analisar a questão do bem-estar dos animais de produção. Ao final dos trabalhos desse comitê, foi publicado um relatório bastante extenso (BRAMBELL, 1965), propondo, dentre outras coisas, que o termo bem-estar deveria abranger tanto o bem-estar físico quanto mental dos animais e que qualquer tentativa de avaliação do bem-estar animal deveria ser conduzida com base em evidências científicas. Entre todos os pontos abordados no relatório, um teve repercussão especial: trata-se de uma declaração, que foi posteriormente conhecida como as "5 liberdades", estabelecendo que "um animal deveria ter, ao menos, suficiente liberdade de movimento para ser capaz de, sem dificuldades, se virar, se cuidar, se levantar, se deitar e esticar seus membros".

Estas publicações (o livro da Ruth Harrison e o Relatório do Comitê Brambell) despertaram o interesse de políticos e pesquisadores, levando estes últimos a se debruçarem sobre o tema com o objetivo de dar fundamentação científica nas decisões que precisavam ser tomadas sobre quais condições de criação eram adequadas para a manutenção dos animais de produção e quais não eram. Neste sentido, houve avanços na interpretação das "5 Liberdades", que foram reformuladas pelo Farm Animal Welfare Council (FAWC, criado em 1979 para assessorar o governo Britânico sobre a questão do bem-estar dos animais de produção), que estabeleceu que os animais de produção deveriam estar "livres de fome e sede; livres de desconforto; livres de dor, ferimentos e doenças; ter liberdade para expressar seus comportamentos normais e livres de medo e angústia" (FAWC, 1979).

Segundo Broom (2011) o desenvolvimento da ciência do bem-estar animal passou por várias etapas, sendo que logo após a publicação do Relatório Brambell foi dada ênfase para a definição do que era adequado ou não os produtores fazerem com os seus animais e que apenas a partir da metade dos anos 1970 é que foram formuladas as primeiras definições de bem-estar animal. A primeira iniciativa nesse sentido foi feita muito provavelmente por Hughes (1976) ao definir bem-estar animal como "(...) um estado de completa saúde física e mental, em que o animal está em harmonia com seu ambiente (...)" e, dez anos mais tarde, foi apresentada uma outra definição, mais ampla, caracterizando o bem-estar animal como "(...) o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de enfrentar os desafios de seu ambiente (...)" (BROOM, 1986).

Apesar dessas definições terem um ponto em comum, a caracterização de bem-estar animal como o estado do indivíduo, elas apresentam uma diferença fundamental: suas abrangências (PARANHOS DA COSTA et al., 2013). Enquanto a definição de Hughes (1976)

tem abrangência restrita às situações em que o animal experimenta estados positivos, caracterizando o estado de bem-estar como a condição do animal estar bem – o que cria uma limitação importante, pois deixa descoberto os estados em que o animal não está em harmonia física e mental com o ambiente –, a definição de Broom (1986) engloba todos os estados que o animal pode experimentar, envolvendo desde a situação em que está em harmonia física e mental com seu ambiente até aquela em que está em extremo sofrimento. Esta definição caracteriza o estado de bem-estar animal como um contínuo, com extremos entre muito bom e muito mau. Segundo Broom e Johnson (1993), algumas implicações precisam ser levadas em conta, dentre elas destacam-se:

1. Bem-estar é uma característica de um animal e não algo que pode ser fornecido a ele. Assim, apesar das ações humanas serem capazes de melhorar o bem-estar animal, não nos referimos a elas como bem-estar, pois o fornecimento de um recurso ou a adoção de uma ação não representa o estado do animal;

2. Bem-estar pode variar entre muito ruim e muito bom (é contínuo). Portanto, não podemos simplesmente pensar em preservar ou garantir o bem-estar animal, mas sim trabalhar para melhorá-lo ou assegurar que é bom;

3. O bem-estar de um animal é pobre quando este tem dificuldades para manter o controle de suas funções orgânicas ou apresenta falhas nessa tentativa. A falha implica na redução do valor adaptativo;

4. Bem-estar animal deve ser medido cientificamente, independentemente de considerações morais. Portanto, sua medida e interpretação devem ser objetivas.

A definição e algumas de suas implicações apresentadas por Broom (1986) e Broom e Johnson (1993) foram ratificadas ou expandidas quando a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2008) estabeleceu, em seu Código Sanitário para os Animais Terrestres, que "(...) bem-estar animal corresponde à forma com que o animal se ajusta às condições nas quais ele vive (...)". Conforme a OIE (2008) "(...) um animal está em bom estado de bem-estar (como indicado por evidências científicas) se ele está saudável, confortável, bem nutrido, em segurança, capaz de expressar seus comportamentos inatos e se não está sofrendo de estados desagradáveis, como dor, medo e angústia (...)". Ao final da apresentação de sua definição, a OIE reforça a proposta original de Broom (1986) ao reiterar que "(...) bem-estar animal se refere ao estado do animal; o tratamento que um animal recebe é coberto por outros termos, tais como cuidados com os animais, criação de animais e tratamento humanitário (...)".

Cabe lembrar que o Brasil é signatário deste código e, portanto, assume compromissos em respeitá-lo, como bem caracterizado na manifestação da Coordenação de Boas Práticas e Bem-estar Animal, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018), ao declarar que "(...) conhecer e aplicar as recomendações da OIE resguarda a agropecuária nacional, favorece a imagem dos produtores, gera credibilidade ao serviço veterinário oficial e beneficia diretamente os animais (...)".

### 1.3. OS ANIMAIS COMO SERES SENCIENTES

Um outro elemento importante para a construção do conceito de bem-estar animal foi o reconhecimento dos animais como seres sencientes. Apesar deste tema ter sido objeto de discussão durante séculos (BENTHAM, 2000), a comprovação científica dos animais como seres sencientes só ocorreu recentemente. Este reconhecimento levou vários cientistas a argumentarem que os sentimentos e as emoções deveriam ser tratados como elementos centrais para a avaliação do bem-estar animal (DAWKINS, 1980, 1990; DUNCAN e PETHRICK,

1991; DUNCAN, 1993) sem, no entanto, como ressaltado por Dawkins (1980, 1990), deixar de considerar outros aspectos, como o estado de saúde dos animais, por exemplo. A partir de então, foi crescente o reconhecimento científico (BEKOFF, 2013; PROCTOR et al., 2013) e legal (EU, 2009, NZ PARLIAMENT, 2015, BRASIL, 2017; ALESC, 2018) dos animais como seres sencientes, consolidando o entendimento de que eles compartilham conosco, humanos, as capacidades de sofrer e de experimentar sentimentos e emoções positivas (REIMERT et al., 2013).

A partir deste reconhecimento passou-se a questionar um dos mais antigos paradigmas da produção animal, que considera os animais como "máquinas de produção" e, paralelamente, foi criado um novo desafio para a ciência do bem-estar animal, caracterizado pela necessidade do desenvolvimento de metodologias para avaliação dos sentimentos e emoções dos animais. Apesar de não ser uma tarefa fácil, devido a impossibilidade de se avaliar diretamente as experiências conscientes vividas pelos animais quando experimentam diferentes estados emocionais, já existem métodos que permitem avaliar as emoções nos animais em termos de suas valências (positivas ou negativas) e também de suas intensidades, tendo como base indicadores neurais, comportamentais e fisiológicos (MENDL et al., 2010).

Por conta de todos os avanços científicos ocorridos nos últimos 40 anos, passou-se avaliar a necessidade de se rever a abrangência e aplicabilidade dos conceitos que orientavam a ciência do bem-estar animal, dentre eles o das "5 Liberdades" (BOTREAU et al., 2007; KORTE et al., 2007). Neste sentido, a FAWC fez uma revisão de sua posição e reconheceu que, devido aos avanços alcançados desde a publicação do Relatório Brambell (1965), era necessário avançar e oferecer novos conceitos para orientar as ações em prol do bem-estar animal, de forma a assegurar que cada animal de produção possa viver "uma vida digna de ser vivida" (FAWC, 2009). Este novo modelo para abordar o bem-estar animal tem sido objeto de análise por vários pesquisadores (YEATES, 2011; MCCULLOCH, 2013; WEBSTER, 2016; MELLOR, 2016), estimulando a reflexão sobre os caminhos que devemos seguir para melhorar o entendimento e ampliar as possibilidades de abordagem das questões relacionadas ao tema.

## 1.4. AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL

Há situações em que é fácil perceber que um determinado animal tem o seu bem-estar prejudicado como, por exemplo, quando apresenta sinais claros de doenças, ou quando está ferido ou, ainda, quando está debilitado. Por outro lado, há outras situações em que esta avaliação não é tão simples de ser realizada, como nos casos em que o animal experimenta estados mentais negativos (p.ex. medo, frustração ou ansiedade) ou quando padece com doenças ou de algum tipo de deficiência que não resulte em sinais clínicos evidentes. Por conta desta complexidade, é recomendado realizar a avaliação do bem-estar animal sempre com a utilização de métodos objetivos e validados para este fim.

Dentre as estratégias disponíveis para a avaliação do bem-estar de suínos destacamos o modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" (MELLOR e REID, 1994) e os protocolos propostos pelo Projeto Welfare Quality® (BOTREAU et al., 2009) e pelo Advancing Animal Welfare Assurance (ASSUREWEL, sem data). Embora estas metodologias tenham elementos em comum, elas também têm características complementares. Por exemplo, com a aplicação do modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" (representado esquematicamente na **Figura 1** a seguir) é possível estruturar estratégias para a avaliação integrada do bem-estar animal, levando-se em conta a combinação de diversos elementos presentes em cada um dos cinco domínios (nutrição, saúde, ambiente, comportamento e estados mentais). Este modelo tem como vantagem a flexibilidade, pois permite orientar a avaliação pela análise integrada ou isolada de cada um desses elementos, oferecendo bases para identificar quais deles têm potencial para colocar o bem-estar de um determinado animal em risco e



também para prever a amplitude de suas consequências para um indivíduo, grupo social do qual participa, população da qual faz parte ou mesmo para o ambiente onde vive.

Por sua vez, a metodologia de avaliação do Projeto Welfare Quality (WELFARE QUALITY, 2009) oferece um conjunto de indicadores de bem-estar animal pré-definidos, todos orientados por "4 princípios e 12 critérios" (ver **Tabela 1** a seguir) e previamente validados. Neste caso não há muita flexibilidade para a definição dos indicadores de bem-estar animal a ser utilizados, podendo-se apenas considerar se a medida faz sentido ou é possível de ser realizada no cenário ou situação em que a avaliação está sendo aplicada (HUERTAS et al., 2009). Nesse caso, os protocolos de avaliação levam em conta uma série de indicadores que tem como base o próprio animal e o ambiente.

Cabe esclarecer que, apesar das medidas com base no ambiente fornecerem informações importantes sobre elementos com potencial para influenciar o bem-estar dos animais (p.ex. temperatura e umidade do ar, disponibilidade e qualidade dos alimentos, qualidade e condições das instalações e equipamentos, tipo e qualidade dos manejos empregados e densidade de animais por área, dentre outras), quando isoladas elas não permitem tirar conclusões seguras sobre o estado de bem-estar do animal avaliado. Assim, é recomendado usar essas medidas sempre combinadas com medidas baseadas nos próprios animais.

O protocolo AssureWel (sem data), por sua vez, é mais simples e, portanto, mais fácil de ser aplicado. Além disso, ele traz explicações detalhadas sobre porque cada um dos indicadores deve ser utilizado.

Independentemente de qual método de avaliação será usado, deve-se ter certeza de que cada uma de suas medidas indicadoras de bem-estar animal esteja bem fundamentada e cientificamente validada. Além disso, deve-se ter em conta o nível de dificuldade para a sua aplicação, considerando as condições em que o bem-estar dos suínos será avaliada. Vale a pena reforçar que, para realizar uma boa avaliação do bem-estar dos suínos, deve-se utilizar vários tipos de indicadores, sendo que a maioria deles deve ter como base medidas tomadas nos próprios animais.

Uma possibilidade interessante para a avaliação do bem-estar dos suínos é combinar análises com a aplicação do modelo dos "5 Domínios" do bem-estar animal e das estratégias de avaliação apresentadas pelo Projeto Welfare Quality e AssureWel, de forma a identificar, para cada situação avaliada, quais elementos têm potencial de prejudicar o bem-estar animal e quais seriam os indicadores mais adequados para realizar uma avaliação eficiente, como caracterizado com os exemplos apresentados a seguir.

**Figura 1.** Esquema ilustrativo do modelo dos "5 domínios", muito útil para orientar a avaliação do bem-estar animal.



**Tabela 1.** Princípios, critérios e alguns exemplos de medidas indicadoras do bem-estar de porcas e leitões.

| Princípios               | Crítérios                                         | Medidas                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Boa nutrição             | 1 - Ausência de fome prolongada.                  | Porcas: Escore de condição corporal.<br>Leitões: Idade e peso no desmame.                                                                                                                                                               |
|                          | 2 - Ausência de sede prolongada.                  | Porcas e leitões: Número de bebedouros, fornecimento de água, qualidade da água, sinais de desidratação.                                                                                                                                |
| Bom alojamento           | 3 - Conforto nos locais de descanso.              | Porcas: Bursites e úlcera no ombro.<br>Porcas e leitões: Sujidade do corpo dos animais.                                                                                                                                                 |
|                          | 4 - Conforto térmico.                             | Porcas e leitões: Ventilação, temperatura e umidade do ar, ofego, tremores e amontoamento.                                                                                                                                              |
|                          | 5 - Facilidade de movimento.                      | Porcas: Espaço disponível.                                                                                                                                                                                                              |
| Boa saúde                | 6 - Ausência de ferimentos.                       | Porcas e leitões: Claudicação.<br>Porcas: Lesões de pele e na vulva.                                                                                                                                                                    |
|                          | 7 - Ausência de doenças.                          | Porcas e leitões: Mortalidade, tosse, espirros, prolapso retal, ofego e corrimentos.<br>Porcas: Constipação, metrite, mastite, prolapso de útero, rupturas e hérnias, infecções locais.<br>Leitões: Desordens neurológicas e splay-leg. |
|                          | 8 - Ausência de dor induzida pelo manejo.         | Porcas: Argolas nasais e corte de cauda.<br>Leitões: Castração, corte de cauda e dos dentes.                                                                                                                                            |
|                          | 9 - Expressão de comportamentos inatos e sociais. | Porcas: Expressão de comportamentos sociais (positivos e negativos).                                                                                                                                                                    |
| Comportamento apropriado | 10 - Expressão de outros comportamentos.          | Porcas: Estereotípias e comportamentos exploratórios.                                                                                                                                                                                   |
|                          | 11 - Boa relação humano-animal.                   | Porcas: Expressões de medo em relação aos humanos (p.ex. distância de fuga).                                                                                                                                                            |
|                          | 12 - Estado emocional positivo                    | Porcas e leitões: Avaliação qualitativa do comportamento.                                                                                                                                                                               |

**Fonte:** adaptado de Welfare Quality (2009)

### 1.4.1. Exemplos de como avaliar problemas de bem-estar de suínos

A aplicação do modelo dos "5 domínios de bem-estar animal" combinada com as metodologias propostas no projeto Welfare Quality e AssureWel nos permite organizar estratégias seguras e objetivas para a análise das condições de criação e de manejo dos suínos nas diversas etapas do processo produtivo. Com a adoção dessas estratégias de avaliação é possível identificar problemas de bem-estar animal, caracterizar suas causas, entender as relações entre elas e buscar uma solução viável para resolver os problemas. Assim, além de realizar avaliações de rotina nas granjas, levando-se em conta indicadores baseados nos princípios de boa saúde, bom alojamento, boa nutrição e comportamento apropriado do projeto Welfare Quality, é fundamental entender como se dão as relações dinâmicas entre os elementos que compõem o sistema. Por exemplo, os resultados de Boumans (2017) mostraram que o percentual de indivíduos apáticos no rebanho, bem como o tempo em que os animais passaram sem atividade, foi diretamente associado à ocorrência de canibalismo.

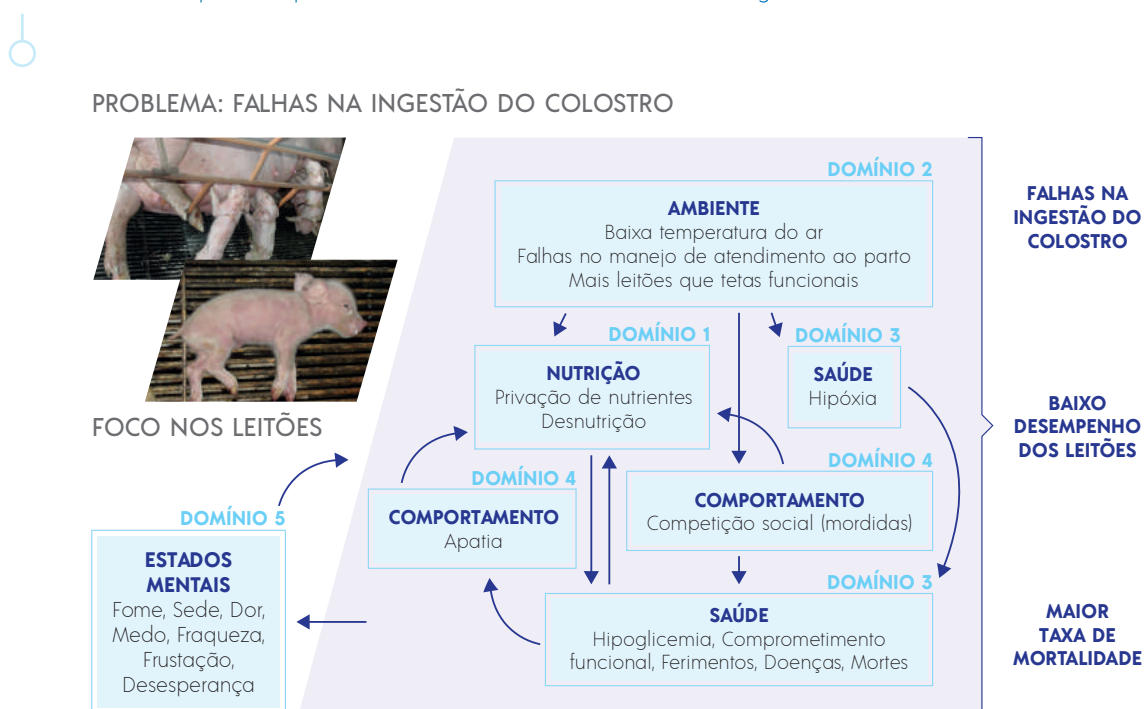
Na suinocultura moderna também temos como desafio a necessidade de minimizar os efeitos colaterais da adoção de certas práticas de criação e de critérios de seleção com potencial para prejudicar o bem-estar dos animais. Por exemplo, há alguns anos o foco em seleção para o aumento do tamanho das ninhadas e intensificação da escala produtiva

foram conduzidas sem levar em conta suas consequências no bem-estar de porcas e leitões. Hoje temos no campo dificuldade de manejo para equilibrar este cenário. A seguir, analisamos duas situações potencialmente danosas para o bem-estar das porcas e dos leitões, que resultam em falhas na ingestão do colostro e na baixa produção de leite pelas porcas.

## 1.4.2. Falhas na ingestão de colostro

O aumento da taxa de natalidade (número total de leitões nascidos por leitegada) trouxe como desafio a dificuldade em assegurar a ingestão adequada de colostro para todos os leitões nascidos, haja vista que, quanto maior a leitegada, maior é a competição por esta importante fonte de nutrientes e de anticorpos, seja pela limitação no número de tetas funcionais ou pela capacidade de produção de colostro pelas porcas (DEVILLERS et al., 2007). Deve-se ter em conta que a placenta da matriz suína possui estrutura histológica do tipo epitélio-corial, que não permite a passagem de anticorpos via trocas sanguíneas durante o período gestacional. Por conta disto, a imunidade dos neonatos é totalmente dependente da ingestão de colostro, que também provê energia e outros nutrientes fundamentais para o bom desenvolvimento dos leitões (ROOKE e BLAND, 2002). Considerando que cada matriz produz entre 1,5 a 3,0 litros de colostro em cada parto e que cada leitão deve ingerir entre 200 e 250 g de colostro para assegurar uma boa imunização (QUESNEL et al., 2012; FERRARI, 2014), fica evidente a ocorrência de competição por este recurso entre leitões nascidos em grandes leitegadas. Na **Figura 2** seguir é apresentado um diagrama ilustrando este problema. Nesta figura é feita uma análise gráfica das relações entre os diversos elementos que compõem cada um dos "5 domínios de bem-estar animal" e que têm algum papel, como causa ou consequência, na caracterização do problema. Esta análise permite também avaliar o impacto potencial de cada um desses elementos no bem-estar e desempenho dos leitões.

**Figura 2.** Esquema ilustrativo da aplicação do modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" com o propósito de identificar as causas e consequências que resultam ou são resultantes das falhas na ingestão do colostro. **Crédito:** Julia Ribas



A falha na ingestão do colostro pode ocorrer em função de desafios ambientais, como os que ocorrem, por exemplo, quando os leitões são mantidos em condição de baixa temperatura, quando há falhas no manejo de atendimento ao parto, ou quando as porcas têm menor número de tetas funcionais do que de leitões nascidos. Esta situação resulta no aumento de competição entre os animais que, por sua vez, causa privação na ingestão de colostro para os leitões que não conseguem acesso a uma das tetas. Esta condição, associada a baixa (ou nenhuma) absorção de imunoglobulinas, acarreta em comprometimento funcional e problemas de saúde nos leitões, que passam a apresentar tremores e sinais de apatia. Como consequências potenciais é esperada uma redução no desempenho dos leitões e aumento gradativo no risco de mortes.

### 1.4.3. Baixa produção de leite

As porcas precisam produzir uma grande quantidade de leite para atender a demanda de sua prole (KIM et al. 2013). Entretanto, esta condição nem sempre é possível de ser alcançada, dado fatores ambientais que causam redução da ingestão de alimentos, com consequente queda na produção láctea. Dentre esses fatores destacamos o estresse por calor e a baixa ingestão de água (BLACK et al., 1993). Esta situação é ilustrada esquematicamente na Figura 3 a seguir, em que o modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" é aplicado para avaliar a condição de porcas lactantes mantidas em um ambiente com alta temperatura do ar, baixa disponibilidade de espaço e com restrições na ingestão de água.

**Figura 3.** Esquema ilustrativo da aplicação do modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" com o propósito de identificar as causas e consequências da baixa produção de leite pelas porcas. **Crédito:** Juliana Ribas



Como no exemplo anterior, o estresse causado pela ação isolada ou combinada das condições de alta temperatura do ar, restrição de espaço e restrição de água resulta em impactos negativos diretos no comportamento (p.ex. redução na ingestão de alimentos), no estado nutricional (p.ex. privação de água) e na saúde (p.ex. hipertermia) das porcas, com consequências negativas no seu desempenho. Em situações mais graves as porcas podem ser incapazes de regular a temperatura corporal, resultando em um estado de hipertermia, que pode, em situações mais graves, resultar em morte.

## 1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos conceitos e exemplos apresentados neste capítulo, esperamos ter mostrado a importância de se adotar estratégias para a avaliação do bem-estar dos suínos e de se aplicar medidas que possibilitem a solução dos problemas identificados. Esperamos ter deixado claro também que isso deve ser feito com uma abordagem integrativa, que implica em abordagens multidisciplinares na avaliação de problemas. Nesse sentido, foram apresentadas ferramentas que permitem a avaliação objetiva do bem-estar animal, com destaque para a aplicação do modelo dos "5 domínios do bem-estar animal" aliada à utilização de indicadores objetivos e validados para a avaliação do bem-estar dos suínos. A partir da caracterização de um problema, será possível identificar as causas e buscar soluções para o problema.

Sabemos que a adoção dessa estratégia tem impactos positivos para a cadeia produtiva da suinocultura, pois ao melhorar o bem-estar dos animais melhoramos também as respostas produtivas e a imagem da cadeia produtiva perante a sociedade. Precisamos entender que prestar atenção a cada um dos animais sob nossos cuidados não é um ônus, mas sim uma oportunidade de se tornar mais sensível às necessidades dos animais e de ter mais controle sobre o nosso negócio. Olhar para cada animal dentro de um sistema de criação cada vez mais automatizado é um exercício desafiador e, por isso, não deve ser menosprezado.

## 1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. STF mantém suspensa lei que proíbe transporte de animal vivo em Santos. 2018. Disponível em <http://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2018-10/stf-mantem-suspensa-lei-que-proibe-transporte-de-animal-vivo-em-santos>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

ALESC (Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina). LEI No 17485, de 16 DE JANEIRO DE 2018. Disponível em [http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2018/17485\\_2018\\_Lei.html](http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2018/17485_2018_Lei.html). Acesso em 26 de janeiro de 2019.

ALMG (Assembléia Legislativa de Minas Gerais). Bem-estar para animais na produção é defendido em audiência. 2014. Disponível em [https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2014/04/08\\_comissao\\_meio\\_ambiente\\_audiencia\\_animais\\_producao\\_prestacao\\_servicos.html](https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2014/04/08_comissao_meio_ambiente_audiencia_animais_producao_prestacao_servicos.html). Acesso em 26 de janeiro de 2019.

ASSUREWEL (ADVANCING ANIMAL WELFARE ASSURANCE). Pigs. Sem data. Disponível em <http://www.assurewel.org/pigs>. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

BAYVEL, A. C. D. The OIE animal welfare strategic initiative: Progress, priorities and prognosis. In: Global Conference on Animal Welfare: an OIE Initiative, Paris, 2004. Proceedings..., p. 13-16, 2004. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.2685&rep=rep1&type=pdf#page=21>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

BEKOFF, M. A universal declaration on animal sentience: No pretending. Psychology Today, Jun. 2013. Disponível em <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/animal-emotions/201306/universal-declaration-animal-sentience-no-pretending>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

BENTHAM, J. An Introduction to the Principles of Moral and Legislation. Kitchener (Canada): Batoche Books, 2000, 248 p. Disponível em <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/bentham/morals.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2019.

BLACK, J. L.; MULLAN, B. P.; LORSCHY, M. L.; GILES, L. R. Lactation in the sow during heat stress. Livestock Production Science, 35(1-2): 153-170, 1993.

BOTTACINI, M.; SCOLLO, A.; EDWARDS, S. A.; CONTIERO, B.; VELOCI, M.; PACE, V.; GOTTARDO, F. Skin lesion monitoring at slaughter on heavy pigs (170 kg): Welfare indicators and ham defects. *PLoS ONE*, 13(11): e0207115, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207115>

BOTREAU, R.; VEISSIER, I.; BUTTERWORTH, A.; BRACKE, M. B. M.; KEELING, L. J. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, 16: 225-228, 2007.

BOTREAU, R.; Vessier, I.; Perny, P. Overall assessment of animal welfare: Strategy adopted in Welfare Quality®. *Animal Welfare*, 18: 363-370, 2009.

BOUMANS, I. Simulating pigs - Understanding their motivations, behaviour, welfare and Productivity. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen. 2017, 211 p. Disponível em <http://edepot.wur.nl/415739>. Acesso em 8 de abril de 2019.

BRAMBELL, F. W. R. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. London: Her Majesty's Stationery Office, 1965, 85 p. Disponível em <http://edepot.wur.nl/134379>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

BRASIL (Câmara dos Deputados). Câmara aprova projeto que considera animais não humanos como sujeitos de direito. 2017. Disponível em <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/550881-CAMARA-APROVA-PROJETO-QUE-CONSIDERA-ANIMAIS-NAO-HUMANOS-COMO-SUJEITOS-DE-DIREITOS.html>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 142: 524-526, 1986.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. Stress and Animal Welfare. London: Chapman & Hall, 1993, 217 p.

BROOM, D. M. A history of animal welfare Science. *Acta Biotheoretica*, 59(2): 121-137, 2011.

CARROLL, G. A.; BOYLE, L. A.; TEIXEIRA, D. L.; van STAVEREN, N. Effect of scalding and dehiring of pig carcasses at abattoirs on the visibility of welfare-related lesions. *Animal*, 10(3): 460-467, 2016.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J. V.; DALLA ROZA, D. Modelo de carroceria e seu impacto sobre o bem-estar e a qualidade da carne de suínos. *Ciência Rural*, 37(5): 1418-1422, 2007.

DALLA COSTA, O. A.; CIOCCA, J. R. P.; RIBAS, J. C. R.; LUDKE, C. B.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Boas Práticas no Embarque de Suínos para Abate. Documento 137. Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves, 2012, 50 p. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79669/1/Doc-137.pdf>. Acesso em 25 de janeiro de 2019.

DAWKINS, M. S. Animal Suffering: The Science of Animal Welfare. London: Chapman & Hall, 1980, 150 p.

DAWKINS, M. S. From an animal's point of view: motivation, fitness and animal welfare. *Behavioral and Brain Sciences*, 13: 1-31, 1990.

DEVILLERS, N.; FARMER, C.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, 1: 1033-1041, 2007.

DUNCAN, I. J. H.; PETHERICK, J. C. The implications of cognitive processes for animal welfare. *Journal of Animal Science*, 69: 5017-5022, 1991.

DUNCAN, I. J. H. Welfare is to do with what animals feel. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 6(suppl.2): 8-14, 1993.

EU (EUROPEAN UNION). Article 13 of the Treaty on the Functioning of EU. *EU Official Journal* 326 (consolidated version of EU treaties), 2009. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=celex%3A12012E%2FTXT>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). ASF Situation in Asia Updated. Animal Production and Health, Agriculture and Consumer Protection Department. Disponível em [http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/situation\\_update.html](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/situation_update.html). Acesso em 29 de janeiro de 2019.

FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL). Five Freedoms. Disponível em <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>. Acesso em 25 de janeiro de 2019.



FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL). FAWC Report n Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future, 2009, 70 p. Disponível em <https://www.gov.uk/government/publications/fawc-report-on-farm-animal-welfare-in-great-britain-past-present-and-future>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

FERRARI, C. V.; SBARDELLA, P. E.; BERNARDI, M. L.; COUTINHO, M. L.; VAZ JR., I. S.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, 114: 259-266, 2014.

HARRISON, R. *Animal Machines*. London: Vicent Stuart Publishers Ltd., 1964, 186 p.

HSI (HUMANE SOCIETY INTERNATIONAL). BRF, maior integradora de suínos do Brasil, anuncia eliminação das controversas gaiolas de gestação. 2014. Disponível em <https://www.worldanimalprotection.org.br/not%C3%ADcia/bem-estar-em-pauta-na-producao-suina-brasileira>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

HUERTAS, S. M.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; MANTECA, X.; GALINDO, F.; MORALES, M. S. An Overview of the Application of the Animal Welfare Assessment System in Latin America. In: Linda Keeling. (Org.). *An Overview of the Development of the Welfare Quality Project Assessment Systems*. Cardiff-UK: Cardiff University, 2009, v. 12, p. 79-89. Disponível em <http://www.welfarequality.net/media/1120/wqr12.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2019.

HUGHES B.O. Behaviour as an index of welfare. *Proceedings of European Poultry Conference*, V, *Proceedings...*, Malta, 1976, p. 1005-1018, 1976.

KIM, S. W.; WEAVER, A. C.; SHEN, Y. B.; ZHAO, Y. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *Animal Science and Biotechnology*, 4(1): 26, 2013.

KORTE, S. M.; OLIVIER, B.; KOOLHASS, J. M. A new welfare concept based on allostasis. *Physiology & Behavior*, 92(3): 422-428, 2007.

LUDKE, C. B.; DALLA COSTA, O. A.; ROHR, S. A.; DALLA COSTA, F. A. Bem-estar Animal na Produção de Suínos: Transporte. Brasília-DF: ABCS/Sebrae, 2016, 38 p. Disponível em <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/bes/embarque-e-transporte>. Acesso em 25 de março de 2019.

MACHADO, S. T.; SANTOS, R. C.; CALDARA, F. R.; GONÇALVES, M. C.; JORDAN, R. A.; DOS REIS, J. G. M. Operação de transporte e tempo de descanso na incidência de carne PSE em suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(10): 1065-1071, 2014.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). Instrução Normativa No 56, de 6 de novembro de 2008. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-56-de-2008.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). Recomendações da Organização Mundial de Saúde Animal. 2018. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/recomendacoes-da-organizacao-mundial-de-saude-animal>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

MCCULLOCH, S. P. A critique of FAWC's five freedoms as a framework for the analysis of animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 26(5): 959-975, 2013.

MELLOR, D. J.; REID, C. S. W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In: BAKER, R.M.; JENKIN, G.; MELLOR, D.J. (Eds.). *Improving the Well-being of Animals in the Research Environment*. *Proceedings...* Glen Osmond, SA (Australia): Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching, 1994, p. 3-18. Disponível em <https://org.uib.no/dyreavd/harm-benefit/Concepts%20of%20animal%20well-being%20and%20predicting.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

MELLOR, D. J. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the "Five Freedom" towards "A Life Worth Living". *Animals*, 6(3): 21, 2016. doi:10.3390/ani6030021.

MENDL, M.; BURMAN, O. H. P.; PAUL, E. S. An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science*, 277: 2895-2904, 2010.

NZ PARLIAMENT (NEW ZEALAND PARLIAMENT). Animal Welfare Emendement Act. (No 2) 2015 (2015/49). 2015. Disponível em [https://www.parliament.nz/en/pb/bills-and-laws/bills-proposed-laws/document/00DBHOH\\_BILL12118\\_1/animal-welfare-amendment-bill](https://www.parliament.nz/en/pb/bills-and-laws/bills-proposed-laws/document/00DBHOH_BILL12118_1/animal-welfare-amendment-bill). Acesso em 27 de janeiro de 2019.

OIE (WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH). A New Definition for the Terrestrial Animal Health Code: 'Animal Welfare'. 2008. Disponível em <https://www.oie.int/doc/ged/D5517.PDF>. Acesso em 25 de janeiro de 2019

OIE (WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH). The OIE Terrestrial Animal Health Code. Chapter 7.13. Animal Welfare and Pig Production Systems. 2018. Disponível em [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre\\_aw\\_pigs.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm). Acesso em 26 de janeiro de 2019.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; DALLA COSTA, O. A. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. *Meat Science*, 92(3): 221-226, 2012.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R., OLIVEIRA, D., RUEDA, P.M. Conceitos de bem-estar animal e implicações práticas no manejo reprodutivo. In: OLIVEIRA, M. E. F.; TEIXEIRA, P. P. M.; VICENTE, W. R. R. (Eds). *Biotécnicas Reprodutivas Aplicadas a Ovinos e Caprinos*. Editora MedVet: São Paulo, 2013, p. 293-305.

PROCTOR, H. S.; CARDER, G.; CORNISH, A. R. Searching for animal sentience: A systematic review of the scientific literature. *Animals*, 3(3): 882-906, 2013.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146: 105-114, 2012

REIMERT, I.; BOLHUIS, J. E.; KEMP, B.; RODENBURG, T. B. Indicators of positive and negative emotions and emotional contagion in pigs. *Physiology & Behavior*, 109: 42-50, 2013.

ROOKE, J. A.; BLAND, I. M. The acquisition of passive immunity in the newborn piglet. *Livestock Production Science*, 78: 13-23, 2002.

VAN STAAVEREN, N.; DOYLE, B.; MANZANILLA, E. G.; CALDERÓN DÍAZ, J. A.; HANLON, A.; BOYLE, L. A. Validation of carcass lesions as indicators for on-farm health and welfare of pigs. *Journal of Animal Science*, 95(4): 1528-1536, 2017.

YEATES, J. Is a life 'Worth living' a concept worth having. *Animal Welfare*, 20: 397-406, 2011.

WORLD ANIMAL PROTECTION. Bem-estar em Pauta na Produção Suína Brasileira. 2014. Disponível em <https://www.worldanimalprotection.org.br/not%C3%ADcia/bem-estar-em-pauta-na-producao-suina-brasileira>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

WEBSTER, A. J. F. Animal welfare: Freedoms, dominions and "a life worth living". *Animals*, 6(6): 35, 2016. doi10.3390/ani606003.

WELFARE QUALITY. Assessment Protocol for Pigs. Lelystad, The Netherlands: Welfare Quality® Consortium, 2009, 119 p. Disponível em [http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1018/pig\\_protocol.pdf](http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1018/pig_protocol.pdf). Acesso em 28 de janeiro de 2019.





# CAPÍTULO 2 – CENÁRIO INTERNACIONAL NA APLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM SUINOCULTURA

**Autores:** PIEROZAN, C. R.\*; FOPPA, L.; SILVA, C. A.; DALMAU, A.; VELARDE, A.; DIAS, C. P.

**contato:** carlospierozan@hotmail.com

## 2.1. INTRODUÇÃO

As normas e as legislações sobre o BEA (bem-estar animal) são complexas, permanecem em constante evolução e vêm ganhando continuamente novos adeptos que se preocupam com a qualidade de vida dos animais. Nas últimas décadas a Comunidade Europeia editou várias regulamentações, estabelecendo padrões mínimos aceitáveis de bem-estar para os animais de produção (DIAS; SILVA; MANTECA, 2015), sob uma fundamentação apoiada na conduta humanitária preventiva, estipulando critérios mínimos de bom alojamento e manejo (LUNDMARK; BERG; RÖCKLINSBERG, 2018). Nesse aspecto, sob uma perspectiva mundial, em nível intergovernamental, a OIE (Organização Mundial de Saúde Animal) mostra-se como a única entidade oficial encarregada na elaboração de normas relativas ao BEA (OIE, 2015).

Efetivamente, é de se esperar que a carne e os produtos cárneos dos países exportadores passarão por um crivo para entrar em países que detenham produtos certificados com as boas-práticas de produção ("certified-humane products"), podendo enfrentar restrições de acesso no futuro (AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA - AAFC, 2011). O Canadá, por exemplo, estimou que em curto prazo a não adoção da eliminação obrigatória das celas de gestação para matrizes suínas, estabelecida pelo Código de Boas-Práticas, não resultaria em perda de participação de mercado, mas sim em perdas de oportunidades, limitando o acesso aos potenciais compradores, sobretudo no continente europeu (GROUPE AGÉCO, 2013).

As percepções sobre o BEA são distintas e variam entre regiões e culturas, todavia as normas relativas ao tema, elaboradas pela OIE, estão ancoradas em fundamentações científicas, permitindo que os países membros da entidade tenham um consenso, possibilitando sua adoção (OIE, 2015). A OIE tem elaborado várias normas de BEA, que incluem tanto os princípios gerais como os específicos, destacando neste rol o transporte de animais por via terrestre, marítima e aérea, o sacrifício zoonossanitário, o abate para consumo humano, a utilização de animais para a pesquisa e a educação e os sistemas de produção animal (OIE, 2018b). Com relação às normas referentes aos sistemas de produção animal, recentemente foram publicadas àquelas relativas ao bem-estar de suínos (OIE, 2018a).

A preocupação com o BEA tem resultado na implementação de diferentes ferramentas para aplicação de boas práticas para atender, ao mesmo tempo, objetivos políticos e comerciais. Destacam-se as legislações e demais regulamentos oficiais, códigos de práticas de adoção voluntária desenvolvidos pela indústria relacionados aos cuidados com os animais, programas corporativos estabelecidos por varejistas e serviços alimentares ("food service"), programas de diferenciação de produtos que permitem que consumidores comprem seletivamente, acordos internacionais criados por tratados ou organizações intergovernamentais (AAFC, 2011) e ações tomadas na própria granja, como treinamentos

para melhora das habilidades de monitoramento e aquisição de mais conhecimentos sobre a interpretação correta dos resultados, contribuindo para a detecção precoce de problemas de BEA (SØRENSEN et al., 2006).

A maioria dos países tem ao menos uma legislação básica contra maus-tratos aos animais, estipulando penalidades caso haja a constatação de sofrimento. A implementação de regulamentações sobre o transporte e o abate é considerada como o próximo passo neste processo evolutivo do BEA (AAFC, 2011). Contudo, em especial na América Latina, a conscientização pelo tema parece estar mais limitada aos países membros do Mercosul, que vêm adotando planos de treinamento e regulamentações nos setores público e privado (HUERTAS; GALLO; GALINDO, 2014). Neste sentido, o Chile é um bom exemplo para os produtores latinoamericanos. Os interesses do país são voltados para as vantagens competitivas que o BEA pode proporcionar. O governo chileno incluiu o BEA em um acordo bilateral com a União Europeia em 2003, antes mesmo da adoção dos padrões de BEA pela OIE, que só ocorreu em 2005 (EUROGROUP FOR ANIMALS, 2013). Atualmente, a transposição dos padrões de BEA da OIE para a legislação chilena é muito alta, o que significa que a legislação sobre BEA no país fundamenta-se principalmente nos padrões estabelecidos pela Organização (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Nas Américas, organizações regionais e internacionais, setores públicos e privados, instituições acadêmicas e ONGs estão promovendo iniciativas para melhorar o BEA, incluindo o desenvolvimento de pesquisas, formação de pessoal e formalização de legislações, obtendo resultados animadores (HUERTAS; GALLO; GALINDO, 2014). No Brasil, seu objetivo não é atingir a equivalência com os padrões de BEA da União Europeia, mas sim alcançar convergência regulatória com os padrões internacionais elaborados pela OIE (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Práticas de manejo e alojamento inadequados, como o confinamento estrito ou a criação individual de animais que naturalmente convivem em grupos, como é o caso dos suínos, são vistos com maus olhos por muitos consumidores. Como resultado, observa-se um aumento de vegetarianos e veganos e a recusa pela aquisição de alimentos produzidos sob estas condições (BROOM, 2018).

Com o tema em evidência, as instalações antigas, que naturalmente se depreciam, são substituídas por instalações novas e melhoradas, presumindo, e ao mesmo tempo almejando, que esses novos sistemas sejam mais sustentáveis e economicamente competitivos (MCGLONE, 2013). Também é pertinente reconhecer que as pressões econômicas são responsáveis pela mudança de estrutura das granjas, demonstrando o crescimento contínuo do tamanho das explorações e a concomitante redução do número de unidades (SØRENSEN et al., 2006). Contudo, é necessário definir de forma objetiva e transparente quais são os sistemas verdadeiramente sustentáveis (MCGLONE, 2013), uma vez que o grau de intensificação e os sistemas de alojamento a ser utilizados dependerão cada vez mais das regulamentações relacionadas à produção sob a chancela do BEA e do respeito ao meio ambiente (SØRENSEN et al., 2006). Dessa forma, o BEA é um dos pontos a ser verificado quando se propõe um sistema sustentável, mas não o único. Essa área deve ser trabalhada em conjunto com as preocupações sobre poluição ambiental, segurança alimentar, saúde e segurança do trabalhador, economia, danos às comunidades rurais, custo do alimento, fome mundial e forças do mercado (MCGLONE, 2013; BROOM, 2018).

Algumas das práticas prejudiciais ao bem-estar dos animais incluem confinar matrizes prenhes presas em celas, manter suínos em ambientes sem adequado material de manipulação e em quantidades insuficientes, manter os animais sob altas densidades, e criá-los sobre pisos propensos a lhes causar lesões. Além disso, muitos procedimentos dolorosos ainda são aplicados no dia-a-dia da produção, como o corte da cauda, aparagem de dentes, castração, aplicação de ferro e medicamentos e entalhe de orelha.

Entretanto, existem maneiras de diminuir ou evitar essas práticas, ou ao menos amenizar a dor e o estresse que causam. No caso da castração, por exemplo, as alternativas de substituição incluem a comercialização de animais mais jovens, antes de entrarem na puberdade, a seleção genética para obter animais com reduzido odor sexual, a castração física com alívio da dor, e a castração imunológica.

Boas práticas de produção englobam a oferta de um produto obtido por meio de um processo de produção que ofereça segurança alimentar, gere baixo impacto ambiental e promova saúde e bem-estar dos animais e dos colaboradores. Dentre esses tópicos, atemo-nos neste capítulo às boas práticas de produção que visam a melhorar o bem-estar dos suínos ao redor do mundo, tema que, segundo Broom (2018), quando gerido inadequadamente, é considerado pelo público como um todo como um dos principais fatores relacionados à produção insustentável e à má qualidade dos produtos de origem animal.

## 2.2. CENÁRIO BRASILEIRO

O Brasil iniciou a regulamentação sobre o modo como os animais são tratados com a publicação do decreto 24.645 de 1934, que tratava sobre medidas de proteção aos animais, definindo os procedimentos considerados maus-tratos (BRASIL, 1934). Posteriormente, a Constituição Federal de 1988, Art. 225, §1, VII, versa sobre a proteção da fauna, vedando práticas que coloquem em risco sua função ecológica ou submetam os animais à crueldade. A Constituição aborda, ainda, sobre a produção agropecuária e a organização do abastecimento alimentar (Art. 23, §1, VIII) (BRASIL, 1988).

Em 1995, a Portaria nº 711 do MAPA aprovou as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos (BRASIL, 1995). Posteriormente, a IN (Instrução Normativa) nº 3 de 2000 (BRASIL, 2000) regulamentou os métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue, padronizando e modernizando, em âmbito nacional, os métodos humanitários de insensibilização dos animais destinados ao consumo humano, bem como o manejo destes nas instalações das indústrias.

No ano de 2007, um Ofício Circular (nº 001/2007/DICS/CGI/DIPOA) autorizou o abate de suínos imunocastrados via vacinação (BRASIL, 2007b). Neste mesmo ano, o Decreto nº 6.323 regulamentou a produção orgânica no país, dando ênfase às práticas que preservam o bem-estar dos animais (BRASIL, 2007a). Ainda em 2007, foi firmado o termo de cooperação técnica entre o MAPA e a "World Animal Protection" (BRASIL, 2007c) a fim de promover a capacitação de fiscais agropecuários sobre as boas práticas de manejo do abate humanitário de suínos, aves e bovinos. Fruto deste acordo, o Programa "Steps" surgiu com o objetivo de melhorar o bem-estar dos animais de produção, especialmente na fase de abate. Com esse programa e o apoio do Centro de Colaboração para o Bem-estar Animal e Sistemas de Produção Pecuária de Chile-Uruguai-México, desde 2009, cursos de treinamento sobre animais de produção, incluindo suínos, foram realizados em diversos países das Américas (HUERTAS et al., 2014).

A IN nº 56, de 6 de novembro de 2008, conhecida como REBEM - Recomendações de Boas Práticas de Bem-estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico, descreve seis princípios a ser observados para a garantia do BEA nos sistemas de produção e transporte (BRASIL, 2008). O Ofício Circular 12/2010/GAB/DIPOA padroniza a frequência de registros das planilhas de verificações oficiais realizadas em estabelecimentos de abate de aves e suínos, constando o BEA (BRASIL, 2010).

Outro avanço expressivo é o estabelecimento da CTBEA (Comissão Técnica Permanente de Bem-estar Animal), que atua sob responsabilidade do MAPA e é responsável pelas ações oficiais voltadas para as questões relativas ao BEA dos animais de produção e de interesse econômico, Portaria nº 524 de 2011 (BRASIL, 2011). A referida Comissão foi instituída primeiramente pela Portaria nº 185 de 2008 e aprimorada em 2011.

O MAPA assinou, em 17 de outubro de 2011, um termo de cooperação técnica com a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) a fim de promover e realizar cursos de orientação para o transporte de suínos entre os anos de 2011 e 2012, abordando aspectos do manejo pré-abate e sua influência na qualidade de carne.

Mais recentemente, a IN nº 12, de maio de 2017, estabeleceu normas para o credenciamento de entidade para realizar o Treinamento em Manejo Pré-abate e Abate de Animais com fins de capacitar e emitir Certificado de Aptidão dos responsáveis pelo abate humanitário nos estabelecimentos de abate para fins comerciais (BRASIL, 2017a). O Contran (Conselho Nacional de Trânsito), por meio da resolução nº 675 de 2017, dispõe sobre o transporte de animais de produção ou de interesse econômico, de esporte, de lazer e de exposição (BRASIL, 2017b).

A mais nova versão do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2017c) menciona a avaliação do bem-estar dos animais destinados ao abate, determina que os estabelecimentos de carne e derivados possuam instalações e equipamentos para recepção e acomodação dos animais e estabelece a adoção de medidas que evitem maus-tratos do embarque até o abate.

Em 2018, o MAPA publicou a portaria 195, que submeteu à consulta pública a proposta de Instrução Normativa que estabelecerá boas práticas de manejo nas granjas de suínos de criação comercial. A referida IN terá como objetivo orientar a criação racional e sustentável dos animais, preservando a saúde e o BEA (BRASIL, 2018).

Nesse mesmo ano, no Estado do Paraná, foi publicada a Portaria nº 265, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, que dispõe sobre aspectos da biossegurança mínima para estabelecimentos que produzem suínos para fins comerciais, visando à redução de riscos e aumento da proteção das granjas quanto à introdução e disseminação de agentes infecciosos causadores de doenças. Os produtores paranaenses de suínos terão até novembro do ano de 2019 para se adequar às novas exigências da Portaria. O não cumprimento das normas levará à proibição do alojamento de suínos até a sua regularização (PARANÁ, 2018).

O CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária), por meio da Resolução nº 1.236, de 26 de outubro de 2018, define atos considerados crueldade, abuso e maus-tratos contra animais e versa sobre a conduta apropriada a ser adotada por médicos veterinários e zootecnistas. O intuito desta resolução é caracterizar, identificar e coibir atos de crueldade, abuso e maus-tratos aos animais, com a consequente promoção do BEA (CFMV, 2018).

Além das instruções de âmbito governamental, notórias empresas brasileiras produtoras de suínos (BRF S.A., JBS S.A., Cooperativa Central Aurora Alimentos, Frimesa Cooperativa Central e Pamplona Alimentos) anunciaram a substituição do sistema de alojamento de matrizes em celas pela adoção de baias coletivas, sendo o prazo final da transição previsto para os anos de 2025 e 2026 (BRF, 2014; COOPERATIVA CENTRAL AURORA ALIMENTOS, 2015; SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2015; FRIMESA COOPERATIVA CENTRAL, 2017; SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2019). Tais medidas estimulam a adaptação dos sistemas de produção às novas demandas de BEA.

## 2.3. CENÁRIOS INTERNACIONAIS

### 2.3.1. Chile

No Chile a lei 20.380 de 2009, uma normativa básica de proteção animal no país, estabeleceu normas destinadas a conhecer, proteger e respeitar os animais a fim de lhes proporcionar tratamento adequado e evitar sofrimentos desnecessários. A lei versa que toda e qualquer pessoa proprietária de um animal deve prover-lhe cuidado, alimento e alojamento adequados, garantindo-lhe, ao menos, suas necessidades mínimas de acordo com a espécie e categoria. Ainda, define que o transporte deve ser livre de maus tratos ou grave prejuízo à sua saúde e o método de sacrifício deve evitar sofrimento desnecessário. Estabelece detenção e multa para quem comete maus-tratos ou crueldade com animais e define que estes animais tenham cuidados veterinários (CHILE, 2009).

Três regulamentos complementares a essa lei foram emitidos em 2013 e sua aplicação é fiscalizada pelo SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) do país. O Decreto nº 28/2013, "Reglamento sobre Protección de los Animales que Provean de Carne, Piel, Plumas y otros Productos al Momento del Beneficio en Establecimientos Industriales", estabelece as condições de instalações, manejo, insensibilização e abate de animais, considerando seu bem-estar (CHILE, 2013a). O Decreto nº 29/2013, "Reglamento Sobre Protección de los Animales Durante su Producción Industrial, su Comercialización y en Otros Recintos de Mantención de Animales", estabelece normas de proteção dos animais domésticos nos estabelecimentos destinados à produção industrial, durante as etapas que se mantenham confinados. Determina que manejos como a castração, corte de cauda e algumas técnicas de identificação sejam efetuados de maneira a minimizar a dor e o sofrimento do animal. Recomenda que esses manejos sejam melhorados em favor do BEA, citando alternativas como: substituição por outro procedimento, realização do procedimento na menor idade possível, utilização de analgesia e seleção genética de animais que elimine características indesejadas. A normativa estipula que os manejos que incluam intervenção cirúrgica devem ser realizados por pessoal capacitado e sob responsabilidade de um médico veterinário (CHILE, 2013b).

O decreto nº 30/2013, "Reglamento sobre Protección del Ganado durante el Transporte", estabelece condições que garantam que os animais sejam transportados sem dor ou sofrimento desnecessário, seja por via terrestre, marítima ou aérea. Determina que os animais sejam inspecionados por um médico veterinário ou pelo encarregado a fim de avaliar sua aptidão para viajar, considerando inaptos a ser transportados - a não ser em casos justificados por motivos terapêuticos - aqueles incluídos nas seguintes condições: fêmeas prenhes nos últimos 10% de gestação, com possibilidade de parir durante o transporte; animais impossibilitados de permanecer em pé sem ajuda; recém-nascidos com o umbigo sem cicatrizar; animais com evidente comprometimento de seu estado geral que não possam ser transportados sem sentir dor ou sofrimento. Dentre suas recomendações quanto às instalações para carga e descarga dos animais, o decreto estipula que as rampas tenham inclinação máxima de 25% (CHILE, 2013c).

Nos três decretos há determinação de que a pessoa encarregada pelo manejo dos animais durante a produção industrial, carga, transporte e descarga, e no estabelecimento de abate seja capacitada mediante curso em aspectos de manejo e BEA reconhecido pelo SAG ou que seja profissional ou técnico na área agropecuária. Ainda, fica explícito nessas normativas que os procedimentos para contenção, insensibilização, e sacrifício normal e de emergência se aplicarão de acordo com os capítulos 7.5 e 7.6 do Código Sanitário dos



Animais Terrestres da OIE (CHILE, 2013a, b, c). A citação das normas de BEA da Organização demonstra o alto nível de engajamento do governo chileno com as iniciativas da OIE para promoção do BEA (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014b).

A Resolução 4.380/2013 estabelece os requisitos para o reconhecimento dos cursos de capacitação em BEA, estabelecidos no decretos nº 28, 29 e 30 de 2013, citados anteriormente. Define que sejam incluídos nesses cursos, como mínimo, os seguintes aspectos de acordo com a espécie animal e a etapa de produção: conhecimento básico de comportamento animal, conhecimento básico de manejo animal, conhecimento de conceitos básicos de BEA, melhora de destrezas ou habilidades, melhora de condutas ou hábitos, conhecimento da legislação vigente nacional e internacional, relação entre BEA e qualidade do produto, métodos de avaliação do BEA (CHILE, 2013d).

### 2.3.2. Uruguai

No Uruguai, a lei 18.471/2009, regulada pelo decreto 62/2014, trata da posse responsável de animais e tem por finalidade proteger os animais durante sua vida e prezar pelo seu bem-estar. Estabelece que, de acordo com as normas da OIE e dos guias da Sociedade Mundial para Proteção dos Animais (hoje denominada "World Animal Protection"), todo proprietário deve manter seus animais em adequadas condições físicas e sanitárias e oferecer-lhes alimento e abrigo em condições adequadas de acordo com sua espécie. Proíbe maus-tratos e lesões aos animais, definindo como mau-trato toda ação injustificada que lhes cause dano ou estresse excessivo, e por lesão aquilo que lhes cause dano ou prejuízo à sua integridade física. São exceções a essas proibições os manejos, tratamentos e cirurgias realizados em virtude de práticas rotineiras na produção (URUGUAY, 2009). Há uma preocupação quanto a essas exceções, uma vez que podem ser enquadradas a qualquer prática pecuária, o que pode significar que a lei não é capaz de se adaptar às práticas proibitivas que causem estresse aos animais (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014d).

A Lei 18.471/2009 ainda estabelece que o transporte e o sacrifício dos animais de produção deverão respeitar práticas e procedimentos que não causem sofrimento desnecessário. Por fim, estabelece sanções ao descumprimento da lei, como advertência, multa, confisco dos animais, e proibição da posse de animais, com agravantes decorrentes de condutas como aplicação de medicamentos sem prescrição e mutilação de animais (URUGUAY, 2009).

O Regulamento DGS 152/2012 incorpora regras de abate do Regulamento 1.099/2009 do Conselho Europeu (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014d). Essa normativa leva em consideração a necessidade de estabelecer condições de bem-estar para animais de produção no momento do sacrifício em estabelecimentos habilitados à exportação para a União Europeia (URUGUAY, 2012). A normativa estabelece que essas unidades habilitadas devem possuir um manual de boas práticas de manejo durante os trabalhos, mantendo pessoal capacitado e treinado para as atividades (URUGUAY, 2012). Também determina que as atividades durante o ingresso no estabelecimento, confinamento prévio e sacrifício não causem aos animais nenhuma dor, angústia ou sofrimento evitável, devendo as empresas adotar medidas a fim de que os animais não sofram com falta prolongada de comida ou água, não demonstrem sinais de dor, medo, ou outro comportamento anormal evitável, estejam protegidos de lesões e maus-tratos, sejam manejados respeitando seu comportamento normal, e que a empresa eleja um técnico responsável pelo BEA em cada planta, garantindo assim o cumprimento dessas normas (URUGUAY, 2012).

De forma geral, o atual cenário uruguaio de proteção dos animais necessita de mais regulamentações para tornar a implementação possível e para contornar as atuais

lacunas existentes na interpretação (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014d). Contudo, o Uruguai, juntamente com o Chile e o México, têm estabelecido junto a OIE um Centro de Colaboração para Pesquisa em Bem-estar Animal, o único desse tipo na América do Sul, promovendo ativamente o BEA na região por meio de estudos e atividades, como participação e organização de seminários e capacitações (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014d; OIE, 2015). Esse Centro Colaborador da OIE é referência para toda a América.

### 2.3.3. Demais países da América Latina

Na América Latina ainda são poucos os países que possuem legislação específica sobre o BEA. México, Chile, Paraguai e Colômbia incluíram padrões de BEA baseados nas recomendações da OIE. No caso do México, uma lei publicada em 2000, e posteriormente atualizada em 2015, é direcionada aos animais silvestres e não aborda os animais de produção (MÉXICO, 2015). Em 2013, por meio da publicação da lei 4.840, o Paraguai estabeleceu diretrizes mínimas que regulam a proteção de animais domésticos, silvestres e exóticos, incluindo animais de produção. De forma geral, a lei aborda aspectos da prevenção de dor, da erradicação de condutas cruéis e incentiva a promoção da saúde e BEA de acordo com as características intrínsecas de cada espécie, versando também sobre as condutas de transporte e eutanásia. Para quem descumpri-la, a lei prevê multa que varia de cinco a 1500 salários mínimos, além da proibição de posse de um animal por até dez anos, de acordo com a gravidade da infração (PARAGUAI, 2013).

Na Colômbia, a lei 84/1989 trata sobre a proteção dos animais contra sofrimento e dor causadas, direta ou indiretamente, pelos seres humanos. A partir da promulgação desta lei, toda pessoa fica obrigada a respeitar e abster-se de causar danos ou prejuízos a qualquer animal, devendo ainda denunciar qualquer ato de crueldade cometido por terceiros. De acordo com a lei, os atos lesivos e cruéis nela descrita serão punidos com multas em dinheiro e prisão de um a três meses (COLÔMBIA, 1989). Mais recentemente, em 2016, a lei 1.774 modifica a lei 84/1989, reconhecendo os animais como seres sencientes que possuem direito à integridade física e emocional, e adotam os princípios das cinco liberdades. A nova lei aumenta ainda os valores das multas aplicadas a quem infringi-la (COLÔMBIA, 2016).

A Argentina também não apresenta legislação sólida e específica que verse sobre o bem-estar dos animais de produção, entretanto há tópicos relacionados ao tema. Em 1954, a lei 14.346 abordou maus-tratos e atos de crueldade contra os animais, prevendo prisão de 15 dias a um ano de acordo com o ato cometido (ARGENTINA, 1954). Neste país, instituições públicas e privadas têm publicado diretrizes e manuais de referência para a implementação do BEA nos ambientes de produção. Instituições argentinas diretamente envolvidas com o tema adotam a definição de BEA proposta pela OIE (SENASA, 2004). Basicamente, os parâmetros de BEA são mensurados com base nos critérios propostos pelas cinco liberdades (FIGUEROA, 2008). Igualmente, não há práticas específicas que regulem a suinocultura, onde o grau de bem-estar dos suínos é, geralmente, monitorado de acordo com a qualidade da carne, uma vez que o estresse acentuado provoca efeitos deletérios no produto final (FIGUEROA, 2008).

No entanto, na Argentina há a prevalência dos sistemas extensivos de produção tanto para reprodução quanto para terminação, de modo que os problemas associados às más práticas são reduzidos. Os problemas mais relatados na produção de suínos são os relacionados ao manejo pré-abate, desmame precoce, instalações inadequadas, mistura de lotes, celas de gestação e nutrição inadequada (VAN HORNE et al., 2010). Neste cenário,



o decreto 206/2001 traz orientações voltadas ao BEA, incluindo suínos. Esse decreto enfatiza a importância de comportamentos e densidades, prioriza o fornecimento de alimentos de boa qualidade e que os sistemas de produção sejam mais adaptados às necessidades comportamentais e adotem práticas de manejo que minimizem o estresse e promovam a saúde e o BEA (VAN HORNE et al., 2010).

A respeito do transporte de animais para o abate, a resolução 97/1999 estabelece determinadas características dos veículos a fim de facilitar o carregamento e descarregamento. Em 2004, o SENASA ("Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria") publicou um material que descreve os procedimentos básicos para a proteção dos animais de produção, incluindo suínos. Este manual aborda práticas de imobilização, carregamento, transporte e sanidade animal, incentivando práticas voltadas ao BEA nos sistemas de produção (SENASA, 2004).

### 2.3.4. Estados Unidos

Embora a União Europeia se destaque no cenário das legislações que versam sobre o BEA, os EUA foram o primeiro país a promulgar leis que abordam crueldade e negligência com os animais, datando de 1641 (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014e). A partir do século 19, Estados começaram a introduzir leis contra a crueldade animal e, em 1921, todos os 50 Estados já haviam incluído estatutos sobre o tema em suas leis (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014e). Mesmo que a discussão sobre o tema não seja recente, ela ainda é conflitante neste país. As divergências entre as partes envolvidas na cadeia produtiva de suínos nos EUA configuraram um cenário em que a adesão de padrões de BEA é voluntária, contudo este requisito é cada vez mais exigido pelo mercado consumidor, especialmente grandes redes varejistas e alimentícias (ABCS, 2014).

Ao avaliar as diferenças de pensamento entre os produtores norteamericanos, é necessário considerar o tamanho do país e as diferentes percepções culturais e níveis de produção. Historicamente, no ano de publicação do Relatório Brambell, havia algumas leis de âmbito federal nos Estados Unidos que mencionavam os animais de produção. A primeira delas é a Lei das 28 Horas (do inglês "Twenty-Eight Hour Law"), aprovada em 1873, visando à proteção dos animais durante o transporte para o abate. Esta lei exigia que, após 28 horas de viagem, os animais fossem descarregados e alojados em locais com disponibilidade de alimento, água e área de descanso por pelo menos cinco horas antes da retomada do transporte. A segunda, a Lei de Métodos Humanitários de Abate (do inglês "Humane Methods of Slaughter Act"), de 1958, posteriormente atualizada em 1994, que versava sobre os procedimentos de insensibilização para o abate (ABCS, 2014; MENCH, 2008).

Outro marco da legislação norteamericana sobre BEA é a publicação da Lei 89-544 em 1966, assinada pelo então presidente Lyndon B. Johnson (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA - EUA, 1966). O ato de 1966 abordava principalmente animais de companhia (ex. cães, gatos e coelhos), mas em 1985 passou a abordar animais utilizados em pesquisas (MENCH, 2008). Entretanto, na mesma época da lei original, já havia muitos projetos de lei propostos e promulgados em alguns estados (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2017).

Nos EUA, os Estados possuem certa autonomia para regulamentar suas próprias legislações. Neste contexto, todos os 50 Estados possuem ao menos uma lei que aborda a proteção dos animais, que vêm se tornando cada vez mais rigorosas e, dependendo da gravidade, as leis estaduais poderão considerar tais condutas como infração, delito ou, até mesmo, crime (WISE, 2003). Todavia, é necessário enfatizar que há grande variabilidade

entre os Estados a respeito de práticas consideradas cruéis (MENCH, 2008), e muitos Estados oferecem isenções a práticas consideradas comuns na produção animal (WISE, 2003). O Texas aborda, separadamente, animais silvestres, domesticados e de produção em seu código penal. Neste Estado é expressamente proibido torturar um animal, definindo tortura como todo e qualquer ato que provoque dor ou sofrimento injustificável. Já na Flórida é considerado delito atormentar, mutilar desnecessariamente, transportar ou matar qualquer animal de maneira cruel ou desumana (WORLD ANIMAL PROTECTION; HSI, 2014). Na redação desta lei, a palavra "desnecessário" abre brechas para a realização de procedimentos considerados comuns na produção animal.

No âmbito específico da produção de suínos, alguns Estados já proibiram ou estão eliminando o uso de celas individuais para fêmeas. As proibições já entraram em vigor no Arizona, Califórnia, Flórida, Maine, Oregon e Rhode Island e estão sendo adotadas no Colorado (2018), Michigan (2019) e Ohio (2025) (WORLD ANIMAL PROTECTION; HSI, 2014). Entretanto, talvez o maior estímulo para adoção de medidas que visam ao bem-estar dos animais de produção, neste país, venha das grandes cadeias de restaurantes, indústrias e varejistas (MENCH, 2008). McDonald's, rede de importância mundial, firmou, em 2012, o compromisso de não adquirir mais suprimentos advindos de sistemas que utilizem celas de gestação até 2022 (HUFFSTUTTER, 2012). No mesmo ano, o Burger King anunciou decisão similar, entretanto com prazo reduzido até 2017 (CBS NEWS, 2012). Outras redes como a Wendy's e Subway adotaram condutas semelhantes. Além disso, o tema BEA ganha crescente apoio popular entre os cidadãos norteamericanos. A pesquisa conduzida pela "American Farm Bureau" apontou que 95% dos americanos acreditam que animais de produção devem ser tratados com respeito e que os mesmos desaprovam os manejos adotados na suinocultura, especialmente o uso de celas de gestação (WORLD ANIMAL PROTECTION; HSI, 2014).

Desde 1989, o programa "Pork Quality Assurance® Plus" foi desenvolvido para auxiliar produtores de suínos nos assuntos relacionados à segurança alimentar. Atualmente, o programa aborda um amplo espectro de questões, incluindo as referentes ao BEA. Desde sua implantação, a adesão tem crescido expressivamente. Estima-se que mais de 71 mil produtores estejam envolvidos com o programa (PQA, 2018). Além de trabalhar com a conscientização e educação dos produtores, o programa oferece certificação aos participantes (MENCH, 2008).

Outro reflexo importante dos manifestos em favor do BEA é o crescente interesse da comunidade científica sobre essas questões. No país há mais de 160 faculdades que abordam, na forma de cursos e disciplinas, o direito dos animais. Segundo David Favre, da Universidade do Michigan, mesmo que o progresso para o BEA não tenha se desenvolvido significativamente no sistema legal, as discussões sociais impulsionam a pressão pública, o que pode alterar a postura de grandes corporações em relação à produção animal (OAB PARANÁ, 2016). Neste contexto, a professora e pesquisadora americana Temple Grandin destaca-se com estudos renomados na área de BEA, incluindo suínos. Nos EUA, a ausência de uma legislação federal mais sólida, principalmente a respeito dos animais de produção, é um obstáculo que requer atenção. Neste cenário, as leis estaduais, imposições comerciais, bem como anseios do mercado consumidor e de ativistas ganham força e representatividade. Paulatinamente, os EUA avançam em termos de normas protetivas aos animais.

### 2.3.5. Canadá

No Canadá o BEA é uma responsabilidade compartilhada entre as agências federais (CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY – CFIA, 2018), agências provinciais/territoriais e a indústria animal. A CFIA é responsável pelo bem-estar de todos os animais durante o transporte e pelos abatedouros registrados pelo governo federal. Já províncias e territórios possuem responsabilidade primária sobre a proteção do BEA nas granjas e abatedouros registrados em nível provincial (WEAVER et al., 2017). A legislação federal que versa sobre BEA inclui o Código Criminal, a Lei de Saúde dos Animais e regulamentos sobre o transporte de animais, e a lei e regulamentos de inspeção de carne que normatizam o abate humanitário de animais em matadouros registrados no governo federal (WEAVER et al., 2017). Contudo, não há leis federais para proteção dos animais de produção durante a criação na granja (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014a).

O Código Criminal do Canadá ("The Criminal Code of Canada") prevê multa ou prisão em casos de crueldade intencional com animais domésticos (incluindo suínos), como permitir que alguém lhes cause dor desnecessária, sofrimento ou injúrias, ou voluntariamente negligencie ou deixe de fornecer suficiente e adequada comida, água, abrigo e cuidado (CANADA, 1985). A Lei de Inspeção de Carne ("The Meat Inspection Act") contém medidas para proteger animais criados para consumo humano durante o manejo e abate em instalações de abate registradas no âmbito federal (NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL – NFACC – FACs GROUPS, 2013).

Já a Lei de Saúde do Animal ("The Health Animals Act") inclui medidas de proteção aos animais contra sofrimento durante o embarque e transporte. Com base em estudos científicos essa legislação federal estabelece o limite máximo de 36 horas de privação de água, comida e descanso durante o transporte de animais monogástricos (NFACC – FACs GROUPS, 2013; GOVERNMENT OF CANADA, 2016). Embora essas normativas contemplem muitos aspectos do BEA, elas não atendem completamente as normas da OIE. Assim, há anos a CFIA propôs atualizações para seus regulamentos de transporte de animais, incluindo uma proposta no ano de 2013 para reduzir o limite de privação de água, comida e descanso de suínos durante o transporte, passando das atuais 36 para 24 horas (WEAVER et al., 2017). Até o momento, essas atualizações se encontram em processo de revisão devido a várias preocupações da indústria, incluindo as seguintes: infraestrutura insuficiente no país, que não suporta redução do tempo de transporte, insuficiente confirmação científica com relação aos novos intervalos propostos de privação de água, comida e descanso, inadequação às expectativas da sociedade quanto ao BEA, uma vez que os períodos propostos permanecem longos, insuficiente alinhamento com a regulamentação da União Europeia, os novos intervalos máximos de jejum alimentar e hídrico e descanso resultarão em maior frequência de descarregamento dos animais para alimentação, ingestão de água e descanso em locais de repouso, propiciando mais riscos de biossegurança e estresse aos animais durante a carga e descarga (CFIA, 2018).

As províncias e os territórios canadenses possuem suas próprias normativas contra crueldade animal e, de forma geral, oferecem padrões básicos de cuidado aplicáveis à maioria das espécies, algumas mais amplas e sólidas que as leis federais, outras mais gerais (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014a). Todos possuem suas leis de BEA e programas de investigação e fiscalização do bem-estar (WEAVER et al., 2017). Essas leis têm grande variação sobre quais problemas de bem-estar são cobertos e o nível de proteção previsto (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014a), mas geralmente incluem o dever de cuidar dos animais e a proibição de lhes provocar sofrimento.

No Canadá há forte apoio do setor privado com relação ao BEA. A indústria suína canadense dá alta prioridade ao bem-estar dos suínos e se esforça continuamente para melhorá-lo (FYNN, 2018). Diversas organizações canadenses detêm funções específicas de bem-estar animal, dentre as quais: NFACC (National Farm Animal Care Council), CFHS (Canadian Federation of Humane Societies), CCAC (Canadian Council on Animal Care), e FACC (Farm Animal Care Councils) (WEAVER et al., 2017).

O NFACC produziu códigos de práticas relacionadas ao bem-estar dos animais de fazenda. O "Code of Practice for the Care and Handling of Pigs" (2014) (Código de Boas Práticas para o Cuidado e Manejo de Suínos), voltado para a espécie suína, são diretrizes que descrevem os padrões de cuidados esperados em todas as granjas canadenses (FYNN, 2018), proveniente de forte base científica em sua elaboração. O código inclui práticas seguras de manejo e bem-estar para alojamento, cuidados e transporte (NFACC, 2014). Foi elaborado com a participação da indústria (FYNN, 2018) e representa um consenso de todas as partes interessadas. Ao longo do documento há espaços denominados "Requisitos", que fazem referência a um requisito regulatório ou a uma expectativa imposta pela indústria, delineando práticas aceitáveis e inaceitáveis e obrigações fundamentais relacionadas ao cuidado com os animais (NFACC, 2014).

Um avanço significativo trazido por esse documento é limitar o uso de celas de gestação até o máximo de 35 dias por ciclo reprodutivo, sendo que as instalações novas (construídas a partir de 1º de julho de 2014) devem ser construídas respeitando os requisitos do Código e as mais antigas têm prazo de até 1º de julho de 2024 para adequação. Há também uma seção específica sobre enriquecimento e como requerimento estabelece que "os suínos devem receber múltiplas formas de enriquecimento que visem a melhorar o bem-estar dos animais por meio da melhoria de seus ambientes físicos e sociais". Quanto aos manejos relacionados às mutilações, é requerida a utilização de medidas para controle da dor nos manejos de castração e corte da cauda, limitando o entalhe auricular (marcação australiana) e o desbaste de dentes apenas em ocasiões que realmente sejam necessárias (NFACC, 2014).

A partir do desenvolvimento e implementação do Código, foram identificadas demais prioridades relacionadas ao bem-estar de suínos na indústria canadense, incluindo fatores sociais, ambientais, nutricionais e de manejo, os quais requerem mais pesquisas (FYNN, 2018). Em 2005, baseado no Código de Práticas vigente na época, o "Canadian Pork Council" (CPC, 2017) lançou seu programa de Avaliação de Cuidados com Animais ("Animal Care Assessment" - ACA™), uma ferramenta de avaliação voluntária e independente que permite aos produtores promover e demonstrar que sua produção é responsável pelo bem-estar dos suínos (NFACC, 2014). Essa ferramenta sofre constante evolução e teve sua última versão lançada no ano de 2017, desenvolvida por uma equipe de representantes de produtores, pesquisadores e funcionários do governo. Foi concebida como uma ferramenta educacional e de avaliação para que os produtores possam acompanhar o bem-estar dos animais em suas granjas. O ACA™ pode ser utilizado também para fornecer garantia de BEA aos clientes (CPC, 2017). Segundo o NFACC (2014): "A ACA™ é uma forma de o produtor dizer o que faz, fazer o que diz, e provar isso".

Embora as normativas canadenses sobre bem-estar de animais de produção sejam, em sua maioria, gerais no escopo (GROUPE AGÉCO, 2013), as regulamentações de BEA das províncias/territórios geralmente fazem referência ao Código de Prática da indústria, o que permite uma legislação de BEA mais flexível e responsável, uma vez que os Códigos são atualizados com maior facilidade que as leis (WEAVER et al., 2017). O governo parece não possuir um plano estratégico para melhorar os padrões de BEA, contudo há um escopo de interação com os padrões sugeridos pela OIE, o que sugere a possibilidade de melhorias (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014a).

### 2.3.6. Ásia

Sabe-se que a maior parte dos estudos e legislações relacionados ao bem-estar animal é elaborada na Europa, entretanto é válido ressaltar que mais da metade da produção e grande parte do consumo de suínos concentra-se na Ásia, particularmente na China (THORNBURGH; MELLOR, 2017). Além da falta de legislações específicas e eficazes que versem sobre BEA no continente asiático, práticas culturais e religiosas bastante populares constituem importantes desafios para o progresso neste campo. Todavia, segundo McGlone (2013), no continente asiático os sistemas de produção animal, incluindo suínos, estão constantemente se adaptando para se tornar mais semelhantes ao modelo europeu.

A China é um dos últimos países industrializados a elaborar medidas legais contra a crueldade animal, todavia a conscientização do mercado consumidor tende a mudar esta realidade. O debate sobre o tema foi intensificado em 1999 (WEI, 2015), liderado principalmente por pesquisadores e ativistas (LU; BAYNE; WANG, 2013). Podem-se destacar algumas melhorias em termos de proteção legal do bem-estar dos animais de produção nos últimos anos. No caso específico da produção de suínos, um regulamento de abate desta espécie encoraja a realização do abate humanitário de acordo com padrões nacionais, além de proibir a injeção com água para aumentar o peso no momento do abate ("Pig Slaughtering Management Regulation", do ano 2008) (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2014c).

É necessário ressaltar que embora tenha avançado em termos de BEA, a legislação e conscientização sobre o tema na China ainda é considerada inconsistente e rudimentar (LU; BAYNE; WANG, 2013) e ainda não há nenhuma legislação concreta, em nível nacional, que garanta a proteção dos animais (WEI, 2015). Ainda há escassez de informações sobre alguns aspectos do BEA, sobretudo para animais de produção, como sobre o controle da dor, do sofrimento e abate humanitário (LU; BAYNE; WANG, 2013).

O Japão, por sua vez, apresenta legislação mais concreta a respeito da proteção dos animais. Primeiramente publicada em 1973, com posteriores revisões em 2000 e 2005, a Lei de Bem-estar e Manejo dos Animais (lei nº. 105, de 01 outubro de 1973) (JAPÃO, 1973) aborda a criação de um conselho de bem-estar animal e exige que o governo e os órgãos públicos disseminem conhecimentos sobre BEA para a população, incluindo escolas. Uma das ações voltadas para alcançar esse propósito é a semana "seja gentil com os animais" (tradução livre do termo "Be Kind to Animals Week"), período compreendido entre 20 e 26 de setembro de cada ano. Embora não preveja penas com reclusão, a lei determina que a pessoa que cometer ato cruel contra os chamados "animais de proteção" será punida com multa ou prestação de serviços. No grupo "animais de proteção", além dos animais de companhia, estão incluídos suínos, bovinos e demais espécies de produção. Segundo Trent et al. (2005), a lei japonesa é um material bastante completo, contudo na prática sua aplicação é ineficaz.

A Coreia do Sul também apresenta lei que aborda a proteção dos animais, apresentando o conceito das cinco liberdades como princípios básicos de proteção dos animais. A legislação sul coreana assegura a criação de um comitê de bem-estar animal, vinculado ao Ministério da Agricultura, Alimentação e Assuntos Rurais, responsável pela formulação, implementação e supervisão de ações voltadas ao BEA. Além dessas atribuições, compete ao comitê realizar a certificação de BEA dos animais de produção. Quem infringir a referida lei está sujeito à reclusão com prestação de serviços de até um ano ou pagamento de multas de até 10 milhões de won, a moeda sul coreana (COREIA DO SUL, 2014).

## 2.3.7. União Europeia

A União Europeia é, notoriamente, o bloco mais proativo em relação às ações voltadas para o BEA, sendo essas medidas endossadas pela opinião pública e pelo parlamento europeu. O tema é discutido com mais afinco desde a publicação do livro "Animal Machines" de Ruth Harrison, em 1964 e, desde então, os países pertencentes ao bloco vêm apresentando uma série de medidas em favor dos animais, servindo de referência aos demais que desejam trilhar um caminho mais "animal friendly". A compreensão dos cidadãos europeus de que os animais são seres sencientes que merecem proteção impulsionou a Comunidade Europeia a criar uma legislação comunitária que estabelece requisitos mínimos para evitar sofrimento desnecessário aos animais ao longo da cadeia de produção, transporte e abate. Os principais atos jurídicos europeus de proteção e bem-estar animal aplicados nos sistemas de produção de suínos são apresentados no **Quadro 1** a seguir.

**Quadro 1.** Principais atos jurídicos europeus em vigor na área de proteção e bem-estar animal envolvendo a espécie suína durante a produção, transporte e abate. Fonte: elaborado pelos Autores a partir de informações de Dias, Silva e Manteca (2014).

| Segmento   | Ato jurídico                  | Abrangência/espécie |
|------------|-------------------------------|---------------------|
| Produção   | Diretiva 98/58/CE             | Geral/multiespécie  |
| Produção   | Diretiva 2008/120/CE          | Específica/suínos   |
| Transporte | Regulamento (CE) n° 1/2005    | Geral/multiespécie  |
| Abate      | Regulamento (CE) n° 1099/2009 | Geral/multiespécie  |

Em 1998 foi criada a Diretiva 98/58/CE (COMISSÃO EUROPEIA, 1998). Ainda em vigor, essa legislação estabelece normas mínimas comunitárias gerais de proteção aos animais de produção. Nela é determinado que o proprietário ou criador, seja ele pessoa física ou jurídica, tome todas as medidas necessárias para assegurar o bem-estar dos animais, evitando-lhes dor, sofrimento e danos intencionais.

No que diz respeito especificamente às normativas voltadas à criação intensiva de suínos, entre 1991 e 2008 foram publicadas quatro diretivas. Um dos atos mais emblemáticos é a Diretiva 2008/120/CE, de 18 de dezembro de 2008 (COMISSÃO EUROPEIA, 2008), que substitui as Diretivas 91/630/CEE de 19 de novembro de 1991, 2001/88/CE de 23 de outubro de 2001 e 2001/93/CE de 9 de novembro de 2001. Tal medida compila as normas das três diretivas publicadas anteriormente. Os aspectos mais importantes contidos na Diretiva 2008/120/CE estão compilados na **Tabela 1** a seguir.

**Tabela 1.** Resumo das tratativas abordadas na Diretiva 2008/120/CE. Fonte: elaborada pelos Autores a partir de informações de Conselho da União Europeia (2008).

| Categoria abordada         | O que abrange                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Porcas e leitoas gestantes | Devem ser mantidas em grupos durante o período que compreende as quatro semanas após a cobertura até os sete dias antes do parto                                                                                                     |
| Fêmeas mantidas em grupo   | Requerimentos de alojamento e revestimento de piso. Superfície total de piso livre por matriz. Determina que o sistema de alimentação adotado na granja permita que cada animal possa ingerir suficiente alimento                    |
| Fêmeas em geral            | Proíbe manter fêmeas amarradas. Define que os animais recebam quantidade suficiente de alimentos volumosos ou ricos em fibra a fim de minimizar a sensação de fome crônica, sem com isso privá-las de suficiente conteúdo energético |



| Categoria abordada                                               | O que abrange                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Porcas e leitões pré-parto                                       | Acesso a materiais de nidificação na semana que precede o parto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Fêmeas lactantes/leitões lactentes                               | Espaço livre na cela parideira para permitir que o parto flua adequadamente e que os leitões possam se amamentar sem dificuldade. As celas devem permitir que a fêmea se movimente livremente, contando com dispositivos de proteção para os leitões. Uma parte do piso deve prover espaço para que todos os leitões se deitem simultaneamente, devendo ser compacta ou coberta com palha ou outro material adequado                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leitões lactentes                                                | Em condições normais, não devem ser desmamados antes dos 28 dias. Contudo, poderão ser desmamados a partir dos 21 dias se as instalações onde serão alojados passar por vazio sanitário, limpeza e desinfecção prévia adequadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Suínos a partir dos 14 dias                                      | Acesso permanente a uma quantidade suficiente de água fresca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leitões de creche <sup>1</sup> e suínos de produção <sup>2</sup> | Estipula a superfície de piso livre que deverá estar disponível para as diferentes categorias de suínos. Minimização das misturas e adoção de medidas adequadas em casos de brigas violentas, como provimento de materiais para exploração e separação dos agressores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cachaços                                                         | Baias dimensionadas e posicionadas de forma a permitir a movimentação sem dificuldade e com oportunidade de ouvir, cheirar e ver os demais suínos. Estipula mínimo de 6 m <sup>2</sup> para um cachaço adulto, ou, quando a área também é utilizada para cobertura, 10 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Animais enfermos                                                 | Permite alojamento individual para animais agressivos ou que tenham sido agredidos, ou que estejam enfermos ou feridos, desde que seja temporário e a baia permita ao animal girar em torno de si mesmo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Geral                                                            | Requisitos para pisos de concreto ripado nas diferentes fases de produção de suínos mantidos em grupo. Largura máxima das aberturas e largura mínima das vigas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Geral                                                            | Fornecimento de alimentação sadia, suficiente e adequada à idade. Os suínos devem ser alimentados ao menos uma vez ao dia. Quando o fornecimento de alimento não é à vontade todos os animais deverão ter acesso simultâneo ao alimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Geral                                                            | As edificações devem permitir acesso a uma área de repouso confortável sob o ponto de vista térmico e físico, limpa, e que permita que todos os suínos se deitem ao mesmo tempo, que descansem e levanten normalmente e que possibilite a visualização de outros suínos. Os pisos devem ser lisos, mas não escorregadios, projetados para atender ao tamanho e peso dos suínos e não devem causar lesões ou sofrimento                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Geral                                                            | Estipula que ruídos contínuos superiores a 85 dB, assim como ruídos duradouros ou repentinos, devem ser evitados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Geral                                                            | Determina o mínimo de 40 lux de intensidade luminosa durante um período mínimo de 8 horas/dia para suínos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Geral                                                            | Proíbe todos os procedimentos que provoquem lesões ou a perda de uma parte sensível do corpo, ou alteração da estrutura óssea. Seguem permitidos: procedimentos de identificação em conformidade com a normativa; a redução uniforme das pontas dos dentes dos leitões até o 7º dia de vida; a redução do comprimento das presas dos cachaços, caso necessário; o corte parcial da cauda; a castração dos machos por meios que não sejam por descolamento dos tecidos. Contudo, o corte da cauda e a redução do tamanho dos dentes não podem ser rotina. Prevê o uso de anestesia e analgesia prolongada no caso da castração e/ou corte da cauda após o 7º dia de vida, executado por médico veterinário |

<sup>1</sup>Leitões de creche: suínos do desmame até 10 semanas de idade (70 dias).

<sup>2</sup>Suínos de produção: animais com mais de 10 semanas de idade até o abate ou monta.

No que diz respeito à realização do corte parcial da cauda, mais recentemente, a Recomendação (EU) 2016/336, de 8 de março de 2016 (COMISSÃO EUROPEIA, 2016), preconiza uma análise de risco de incidência de caudofagia antes da realização desse procedimento, fortalecendo, portanto, a intenção de que o corte da cauda não seja realizado como rotina nas granjas. De fato, diante da evidência de que a maior parte dos suínos da União Europeia tinha suas caudas cortadas, procedimento feito de forma sistemática, e que isto estava expressamente proibido pela legislação, se decidiu implementar um plano destinado a fazer-se cumprir esse artigo da regulamentação europeia. O trabalho consistiu em identificar os produtores que conseguiam produzir suínos com a cauda íntegra e sem problemas de caudofagia, realizar visitas de diferentes autoridades competentes a essas explorações, promover o intercâmbio de experiências e finalmente redigir estas recomendações. Em nível de aplicação da legislação, as autoridades competentes de cada país exigirão às empresas que demonstrem, por meio de uma análise de risco, que tem feito todo o possível para evitar a caudofagia antes de realizar o corte de caudas, sendo que estes guias são documentos básicos para esta análise de risco. A Recomendação (EU) 2016/336 ainda faz recomendações sobre a utilização de enriquecimento ambiental para suínos, estipulando as características desejadas, os métodos de fornecimento e classificando os tipos de enriquecimento conforme o atendimento desses requisitos desejados.

Com relação ao Regulamento (CE) nº 1/2005, de 22 de dezembro de 2004 (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2005), que trata da proteção dos animais durante o transporte, são incluídos na normativa os seguintes aspectos: requisitos a serem cumpridos para autorização para transportadoras, obrigatoriedade de cursos de formação e certificado de competência para transportadores, definição de quais animais são aptos e inaptos ao transporte, densidade de carga, requerimentos em relação às instalações de embarque, meios de transporte e equipamentos, fornecimento de água, alimento e tempo de viagem. Por sua vez, o Regulamento (CE) nº 1099/2009, de 24 de setembro de 2009 (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2009), relacionado à proteção dos animais no momento do abate, inclui as diretrizes relacionadas aos seguintes segmentos: métodos de insensibilização permitidos e suas respectivas condições de uso, nível e certificado de competência para as pessoas vinculadas às operações de abate, pessoa encarregada do BEA nos estabelecimentos e suas competências, abate de emergência.

É importante destacar que os Estados Membros da União Europeia poderão, caso atendam as normas gerais dos tratados de proteção dos animais, manter e aplicar em seus territórios normas mais rígidas do que as determinadas nas diretivas. Alguns países têm adotado, de forma voluntária, normas de proteção e bem-estar mais restritas aplicadas aos suínos do que as referidas na Diretiva 2008/120/CE. Uma norma muito comum, por exemplo, é a de agrupar as matrizes poucas horas depois da cobrição ou inseminação em vez de esperar até a quarta semana de gestação (caso do Reino Unido). Nesse cenário, a Suécia é um país com plantel reduzido de suínos, mas é considerado o país com maior nível de exigência de bem-estar. Dentre as medidas "extras" adotadas pelo país estão a obrigatoriedade do uso de cama para cachaços, porcas e leitoas, a proibição do piso ripado para suínos de qualquer idade, a proibição do destrompe e do corte da cauda, a proibição do desmame de leitões antes das quatro semanas de idade, e a manutenção de fêmeas em grupos durante toda a gestação e livres durante a lactação (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Em outros países, como Dinamarca e Alemanha, a partir da própria administração, foram promovidos sistemas de produção animal com padrões mais altos de BEA que permitem etiquetar produtos diferenciados, como aqueles oriundos de animais não castrados, que passaram por transporte com tempo reduzido em relação ao preconizado pela legislação e de animais que não sofreram o corte de cauda.



## 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cumprimento de normas específicas sobre BEA pode se tornar uma forte exigência comercial entre países. A adoção dos padrões de BEA da União Europeia por outros países é mais evidente no momento do abate. Por outro lado, é menos frequente na adoção dos padrões durante o transporte e muito menos evidente na adoção dos padrões dentro da granja (COMISSÃO EUROPEIA, 2017).

O Brasil, por meio do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, tem intensificado ações governamentais relacionadas às boas práticas de produção de suínos, propiciando oportunidade à cadeia produtiva de se adequar às futuras exigências de exportação. Contudo, comparado à União Europeia, as normas brasileiras ainda demandam ajustes para se adequar ao padrão europeu de bem-estar de suínos, embora os objetivos do Brasil estejam mais voltados a cumprir os padrões de BEA estipulados pela OIE. A realidade da cadeia de produção de cada país deve ser levada em consideração quando se propõe o estabelecimento de novas exigências, ajustando-as às necessidades dos animais, dos produtores e da indústria.

## 2.5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido durante o período de apoio de bolsas de estudos de doutorado financiadas pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) à autora Luciana Foppa, e pelo Acordo CAPES/ Fundação Araucária ao autor Carlos Rodolfo Pierozan.

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA - AAFC. Socially Conscious Consumer Trends Animal Welfare. Ottawa: AAFC, 2011.

ARGENTINA. Ley 14346 - malos tratos y actos de crueldad a los animales. Disponível em: <http://www.cmc.unl.edu.ar/docs/LEY%2014346.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. Bem-estar para suínos nos EUA avança com pressão do mercado. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/informativo-abcs/1927-bem-estar-para-suinos-nos-eua-avanca-com-pressao-do-mercado>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934. Estabelece medidas de proteção aos animais. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D24645.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24645.htm). Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. 2007a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm). Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprovar o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, D.F, p. 14, 24 jan. 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. Estabelece os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico - REBEM, abrangendo os sistemas de produção e o transporte. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, D.F, p. 57, nov. 2008.

BRASIL. Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995. Aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Disponível em: [http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro\\_ged/pdf/714\\_GED.pdf](http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/714_GED.pdf). Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Portaria nº 524 de 21 de junho de 2011. Institui a Comissão Técnica Permanente de Bem-Estar Animal - CTBEA, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com o objetivo de coordenar ações em bem-estar dos animais de produção e de interesse econômico nos diversos elos da cadeia pecuária. Diário Oficial da União: seção1, Brasília, D.F, pg.5, 22 jun. 2011.

BRASIL. Resolução nº 675, de 21 de junho de 2017. Dispõe sobre o transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição. Diário Oficial da União: seção: 1, Brasília, D.F, n. 120, p. 52, 2017b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 30 de maio de 2017. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, D.F, n. 103, p. 5, 2017a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício Circular n. 001/2007/DICS/CGI/DIPOA. Autorização para o abate de suínos imunocastrados por meio de vacina. Brasília, 2007b. 4 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 195, de 04 de julho de 2018. Projeto de instrução normativa com o objetivo de estabelecer as boas práticas de manejo nas granjas de suínos de criação comercial. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/PortariaSuinosIN.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Termo de Cooperação Técnica: MAPA e WSPA. Brasília, 2007c.

BRF. BRF e World Animal Protection anunciam parceria global. 2014. Disponível em: <http://imprensa.brf-global.com/pt/noticias/brf-e-world-animal-protection-anunciam-parceria-global>. Acesso em: 20 out. 2018.

BROOM, D. M. Welfare of animals: political and management issues. 2018. Disponível em: [https://ac.els-cdn.com/B9780081005965224943/3-s2.0-B9780081005965224943-main.pdf?\\_tid=66c39906-faf5-4da0-bbcb-da1c1189c766&acdnat=1553118436\\_e52cdb7a32fa3b65dfaa0dff129d0fe2](https://ac.els-cdn.com/B9780081005965224943/3-s2.0-B9780081005965224943-main.pdf?_tid=66c39906-faf5-4da0-bbcb-da1c1189c766&acdnat=1553118436_e52cdb7a32fa3b65dfaa0dff129d0fe2). Acesso em: 20 out. 2018.

CANADA. Minister of Justice. The criminal code of Canada. Disponível em: <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/c-46/page-90.html#h-125>. Acesso em: 20 out. 2018.

CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY - CFIA. What we heard: Consultation on proposed amendments to Canada's Health of Animals Regulations Part XII: Transportation of Animals. 2018. <http://www.inspection.gc.ca/about-the-cfia/accountability/consultations-and-engagement/har/what-we-heard/eng/1530194512048/1530194570894>. Acesso em: 20 out. 2018.

CANADIAN PORK COUNCIL - CPC. Animal care assessment producer manual 2017. Ottawa: CPC, 2017. 82p.

CBS NEWS. Burger King makes cage-free promise. 2012. Disponível em: <https://www.cbsnews.com/news/burger-king-makes-cage-free-promise/>. Acesso em: 20 out. 2018.

CHILE. Decreto 28, de 30 de maio de 2013. Aprueba Reglamento Sobre Protección de los Animales que Probean de Carne, Pielas, Plumas y otros Productos al Momento del Beneficio en Establecimientos Industriales. 2013a. Disponível em: <https://www.leychile.cl/N?i=1051388&f=2013-05-30&p=>. Acesso em: 20 out. 2018.

CHILE. Decreto 29, de 24 de maio de 2013. Aprueba Reglamento Sobre Protección de los Animales Durante su Producción Industrial, su Comercialización y en otros Recintos de Mantención de Animales. 2013b. Disponível em: <https://www.leychile.cl/N?i=1051298&f=2013-05-24&p=>. Acesso em: 20 out. 2018.

CHILE. Decreto 30 de 16 de maio de 2013. Aprueba Reglamento sobre Protección del Ganado durante el Transporte. 2013c. Disponível em: <https://www.leychile.cl/N?i=1051151&f=2013-05-16&p=>. Acesso em: 20 out. 2018.

CHILE. Lei 20380, de 03 de octubre de 2009. Sobre Protección de Animales. 2009. Disponível em: <https://www.leychile.cl/N?i=1006858&f=2018-08-13&p=>. Acesso em: 20 out. 2018.

CHILE. Resolución 4380 EXENTA, de 06 de agosto de 2013. Establece Requisitos para el Reconocimiento de los Cursos de Capacitación en Bienestar Animal, Establecidos en los Decretos n° 28, n° 29 e n° 30, de 2013, sobre Protección de los Animales. 2013d. <https://www.leychile.cl/N?i=1053473&f=2017-06-20&p=>. Acesso em: 20 out. 2018.

COLOMBIA. Ley 84 de 1989. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Disponível em: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8242>. Acesso em: 20 out. 2018.

COLOMBIA. Ley n°1774 de enero de 2016. Disponível em: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/leyes/Documents/LEY%201774%20DEL%206%20DE%20ENERO%20DE%202016.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. Recomendação (UE) 2016/336 da Comissão de 8 de março de 2016. Sobre a execução da Diretiva 2008/120/CE do Conselho relativa às normas mínimas de proteção de suínos no tocante às medidas destinadas a reduzir a necessidade de corte da cauda. Jornal Oficial da União Europeia, n. L 62, p. 20, 9 mar. 2016.

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Directiva 98/58/CE del Consejo de 20 de julio de 1998. Relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. Diario Oficial de la Unión Europea, n. L 221, p. 23, 8 ago. 1998

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Reglamento (CE) n° 1/2005 del Consejo de 22 de diciembre de 2004. Relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) n° 1255/97. Diario Oficial de la Unión Europea, n. L 3 de 5.1, p.1, 2005.

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Reglamento (CE) n° 1099/2009 del Consejo de 24 de septiembre de 2009. Relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. Diario Oficial de la Unión Europea, n. L 303, p.1, 18 nov. 2009.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de protecção de suínos. (Versão codificada). 2008. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF>. Acesso em: 18 fev. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). Resolução N° 1.236 de 26 de outubro de 2018. Define os conceitos de violência contra animais. 2018. Disponível em: <http://portal.cfmv.gov.br/lei/index/id/903>. Acesso em: 18 fev. 2019.

COOPERATIVA CENTRAL AURORA ALIMENTOS. Nota de Esclarecimento. 2015. Disponível em: <https://www.auroraalimentos.com.br/sobre/noticia/360/nota-de-esclarecimento>. Acesso em: 18 fev. 2019.

COREIA DO SUL. Animal Protection Act. Amended by Act No. 12512, Mar. 23, 2014.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. Bem-estar dos suínos. Londrina: o Autor, 2014. 403p.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. The brazilian pig industry can adopt european welfare standards: a critical analysis. Ciência Rural, v. 45, n. 6, p. 1079-1086, 2015.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA - EUA. Animal welfare act. 1966. Disponível em: <https://www.nal.usda.gov/awic/animal-welfare-act-public-law-89-544-act-august-24-1966>. Acesso em: 20 out. 2018.

EUROGROUP FOR ANIMALS. The EU - Chile Free Trade Agreement: a Boost for Animal Welfare. Brussels: Eurogroup for Animals, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. Study on the Impact of Animal Welfare International Activities: final report. Brussels: European Commission, 2017. v. 1.

FIGUEROA, M. E. El estado del Arte del Bienestar Animal en la Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2008. Disponível em: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Acesso em: 18 fev. 2019.

FRIMESA COOPERATIVA CENTRAL. Frimesa na Mídia: suíno certificado frimesa. 2017. Disponível em: <http://www.frimesa.com.br/pt/imprensa/suिनocertificadofrimesa-821>. Acesso em: 18 fev. 2019.

FYNN, M. The Canadian Pork Industry's Perspective on Swine Welfare Research. *Journal of Animal Science*, v. 96, suppl. 2, p. 6, 2018.

GOVERNMENT OF CANADA. Regulations amending the health of animals regulations. 2016. Disponível em: <http://gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2016/2016-12-03/html/reg2-eng.html>. Acesso em: 18 fev. 2019.

GROUPE AGÉCO. Study on the economic value of implementing new animal welfare standards in regard to market requirements and social expectations. Quebec, november 2013.

HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; GALINDO, F. Drivers of animal welfare policy in the Americas. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties*, v. 33, n. 1, p. 67-76, 2014.

HUFFSTUTTER, P. J. McDonald's to end pork gestation crate use by 2022. 2012. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-mcdonalds-pig-crates/mcdonalds-to-end-pork-gestation-crate-use-by-2022-idUSBRE84U1FR20120531>. Acesso em: 10 out. 2018.

JAPÃO. Act on Welfare and Management of Animals. Act No. 105 of October 1, 1973. Disponível em: [https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/1\\_law/files/aigo\\_kanri\\_1973\\_105\\_en.pdf](https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/1_law/files/aigo_kanri_1973_105_en.pdf). Acesso em: 18 fev. 2019.

LU, K.; BAYNE, K.; WANG, J. Current status of animal welfare and animal rights in China. *Alternatives to Laboratory Animals*, v. 41, p. 351-357, 2013.

LUNDMARK, F.; BERG, C.; RÖCKLINSBERG, H. Private Animal Welfare Standards: opportunities and risks. *Animals*, v. 8, n. 1, p. 4, 2018.

MEXICO. Ley General de Vida Silvestre. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000. Modificada em 26 de janeiro de 2015. Disponível em: [https://www.globalanimallaw.org/downloads/database/Mexico\\_ley\\_general\\_de\\_vida\\_silvestre.pdf](https://www.globalanimallaw.org/downloads/database/Mexico_ley_general_de_vida_silvestre.pdf). Acesso em: 30 set. 2018.

McGLONE, J. J. The future of pork production in the world: towards sustainable, welfare-positive systems. *Animals*, v. 3, p. 403-415, 2013.

MENCH, J. A. Farm animal welfare in the USA: Farming practices, research, education, regulation, and assurance programs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 113, n. 4, p. 298-312, 2008.

NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL - NFACC. Code of Practice: for the care and handling of pigs. Ottawa: Canadian Pork Council, 2014. 76p.

NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL - NFACC (FACs Groups). A summary report on farm animal welfare law in Canada. 2013. Disponível em: [https://www.nfacc.ca/resources/Farm\\_Animal\\_Welfare\\_Laws\\_Canada.pdf](https://www.nfacc.ca/resources/Farm_Animal_Welfare_Laws_Canada.pdf). Acesso em: 18 fev. 2019.

OAB PARANÁ. Especialistas abordam as leis de proteção animal na Europa, nos Estados Unidos e na América do Sul. 2016. Disponível em: <https://www.oabpr.org.br/especialistas-abordam-as-leis-de-protecao-animal-na-europa-nos-estados-unidos-e-na-america-do-sul/>. Acesso em: 18 fev. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL - OIE. Bienestar animal. 2015. Disponível em: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media\\_Center/docs/pdf/Fact\\_sheets/AW\\_ES.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_sheets/AW_ES.pdf). Acesso em: 18 fev. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL - OIE. Bienestar animal y sistemas de producción de cerdos. 2018a. Disponível em: [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre\\_aw\\_pigs.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm). Acesso em: 27 out. 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL - OIE. Código sanitario para los animales terrestres. 2018b. Disponível em: <http://www.oie.int/es/normas/codigo-terrestre/acceso-en-linea/>. Acesso em: 27 out. 2018.

PARAGUAY. Ley n. 4840 de proteccion y bienestar animal. Disponível em: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/par135596.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2019.

PARANÁ. Portaria ADAPAR N° 265 de 17 de setembro de 2018. Estabelece a biosseguridade mínima para estabelecimentos que produzem suínos para fins comerciais. Diário Oficial Eletrônico - DOE-PR, 20 set. 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367596>. Acesso em: 25 out. 2018.

PORK QUALITY ASSURANCE PROGRAM PLUS - PQA. Animal Well-Being. Disponível em: <https://www.pork.org/animal-well-being/>. Acesso em: 10 out. 2018.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA – SENASA. Manual de procedimientos en bienestar animal. Dirección Nacional de Sanidad Animal. Luchas Sanitarias, 2004.

SØRENSEN, J. T.; EDWARDS, S.; NOORDHUIZEN, J.; GUNNARSSON, S. Animal production systems in the industrialised world. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties, v. 25, n. 2, p. 493-503, 2006.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. JBS anuncia fim das gaiolas de gestação para porcas reprodutoras em toda sua cadeia de fornecimento. 2015. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/jbs-anuncia-fim-das-gaiolas-de-gestacao-para-porcas-reprodutoras-em-toda-sua/20151116-155506-w419>. Acesso em: 20 mar. 2019.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. Pamplona alimentos anuncia transição de gestação individual para coletiva. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/pamplona-alimentos-anuncia-transicao-de-gestacao-individual-para-coletiva/20190221-170001-d773>. Acesso em: 20 mar. 2019.

THORNBUR, P. M.; MELLOR, D. J. Perspective from Asia, Far East and Oceania, and the Middle East. In: MENCH, J. (ed.). Advances in agricultural animal welfare. Davis, CA: Woodhead Publishing, 2017. p. 183-195.

TRENT, N.; EDWARDS, S.; FELT, J.; O'MEARA, K. International animal law, with a concentration on Latin America, Asia, and Africa. In: SALEM, D. J.; ROWAN, A. N. (ed.). The state of the animals III. Washington, DC: Humane Society Press, 2005. p. 65-77.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. The animal welfare act and animal welfare regulations. Washington: Blue Book, 2017. 252 p.

URUGUAY. DGSG/ nº152 de 2012. Montevideo, 25 de setiembre de 2012. Disponível em: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/dgsg\\_no\\_152\\_25\\_09\\_2012.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/dgsg_no_152_25_09_2012.pdf). Acesso em: 27 out. 2018.

URUGUAY. Ley nº 18.471 de 2009. Publicada D.O. 21 abr. 2009. Disponível em: <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp156728.htm>. Acesso em: 27 out. 2018.

VAN HORNE, P. L. M.; VAN WAGENBERG, C.P.A.; DE WINTER, M. A.; HOSTE, R.; SENESI, S. I.; BARILATTI, M. M.; DAZIANO, M.; MARTINO, L. D. C.; BECERRA, M. M. T. The poultry and pig sector in Argentina: Husbandry practice and animal welfare. Report 2010-005, February 2010.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP. Canada: Animal Protection Index 2014 ranking: D. 2014a. Disponível em: <https://api.worldanimalprotection.org/country/canada>. Acesso em: 27 out. 2018.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP. Chile: Animal Protection Index 2014 ranking: B. 2014b. Disponível em: <https://api.worldanimalprotection.org/country/chile>. Acesso em: 27 out. 2018.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP. China: Animal Protection Index 2014 ranking E. 2014c. Disponível em: <https://api.worldanimalprotection.org/country/china>. Acesso em: 27 out. 2018.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP. Uruguay: Animal Protection Index 2014 ranking: D. 2014d. Disponível em: <https://api.worldanimalprotection.org/country/uruguay>. Acesso em: 20 out. 2018.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP. USA: Animal Protection Index ranking: D. 2014e. Disponível em: <https://api.worldanimalprotection.org/country/usa>. Acesso em: 20 out. 2018.

WORLD ANIMAL PROTECTION – WAP; HUMANE SOCIETY INTERNATIONAL – WSI. Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP) – Pig Production in the EU and US. Julho 2014. 5 p. Disponível em: [http://www.hsi.org/assets/pdfs/ttip\\_briefing\\_pork.pdf](http://www.hsi.org/assets/pdfs/ttip_briefing_pork.pdf). Acesso em: 27 out. 2018.

WEAVER, J.; GARY, F.; MÜNSTERMANN, S.; SCHNEIDER, H. OIE PVS evaluation report of the veterinary services of Canada. Paris: World Organization for Animal Health, 2017.

WEI, S. China animal welfare legislation: current situation and trends: from analysis of three cases in recent years. The Animal Law Conference. Portland, USA, October. 2015.

WISE, S. M. The evolution of animal law since 1950. In: SALEM, D. J.; ROWAN, A. N. (ed.). The state of the animals II: 2003. Washington, DC: Humane Society Press, 2003. p.99-105.





# CAPÍTULO 3 – AS EXIGÊNCIAS LEGAIS DE PROTEÇÃO AO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS E SUA APLICAÇÃO À SUINOCULTURA

**Autoras:** MACIEL, Carolina; BUSS, Liziè

**contato:** carolina@tmconjur.com.br

## 3.1. INTRODUÇÃO

A criação de suínos para produção de carne, em sua grande maioria, segue um modelo produtivo caracterizado pela adoção de práticas que inclui o confinamento de matrizes suínas em gaiolas individuais, a realização de raspagem de dentes, caudectomia e intervenções cirúrgicas como a castração sem a utilização de anestésicos. Este tipo de modelo produtivo tem sido amplamente questionado por cientistas, juristas e consumidores devido às consequências destas práticas na qualidade de vida dos animais.

Os suínos, assim como outros animais de produção são seres sencientes, isto é, seres capazes de sentir dor e prazer frente às diferentes interações com o meio em que estão. Portanto, a eliminação e o refinamento de algumas práticas de manejo de suínos possui um caráter de dever ético de respeito à condição de ser senciente. Além disso, um conjunto de normas brasileiras faz a adoção de boas práticas de manejo um dever jurídico, e ainda, uma crescente tendência local e internacional faz o cuidado com o bem-estar dos animais um imperativo de acesso e manutenção de mercados consumidores.

De acordo com um mapeamento realizado em 2015 pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), em colaboração com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), estima-se que no Brasil existam 1.720.255 matrizes suínas, que geram uma média de 40 milhões de suínos destinados ao abate por ano. Estes animais estão distribuídos em cerca de 3,1 mil granjas de produção e quase 15 mil granjas de engorda. Em 2015, a produção de suínos para abate movimentou R\$ 16,117 bilhões de reais. Dada à magnitude da suinocultura no Brasil, se revela de grande importância o conhecimento e observância das questões científicas, jurídicas e econômicas que demandam um empenho de todos os atores da cadeia produtiva para promoção e proteção dos suínos.

Este artigo contribui para este esforço trazendo um panorama das normas agropecuárias que estipulam exigências e recomendações relacionadas ao bem-estar dos animais, tais como as instruções normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este panorama é complementado com um resumo da recente recomendação da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) em relação ao bem-estar na criação de suínos. E ainda, para reforçar a compreensão de que o dever jurídico de proteger os suínos tem sólida inserção no ordenamento brasileiro será discorrido sobre os deveres relacionados à proteção ao meio ambiente, em particular a fauna doméstica.

## 3.2. NORMAS AGROPECUÁRIAS QUE INCORPORAM O BEM-ESTAR ANIMAL

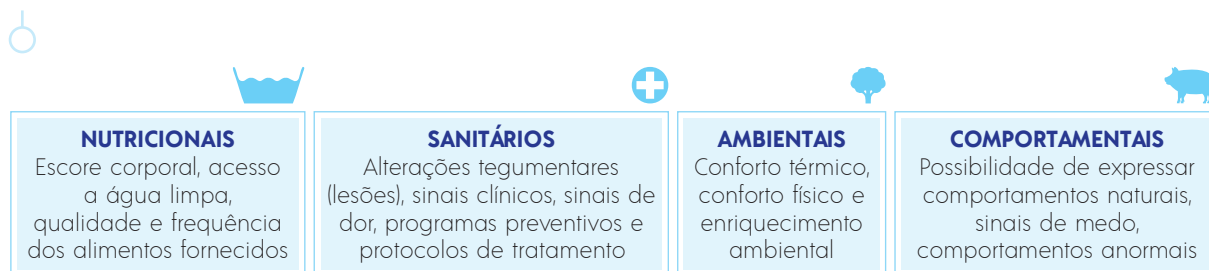
Dentro da estrutura regimental do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o tema de bem-estar animal está atribuído a diferentes secretarias. Conforme disposto no Decreto nº 9667/2019 (BRASIL, 2019), o fomento de práticas de bem-estar animal cabe a Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI) e a fiscalização sobre a observância ao bem-estar dos animais fica a cargo dos servidores lotados no Departamento de Saúde Animal e no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, ambos vinculados a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Cabe ainda a estas duas secretarias elaborar, em conjunto, normas de bem-estar animal. Já a Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio (SRI) tem a atribuição de orientar os adidos agrícolas quanto às políticas de bem-estar animal.

Por força do Decreto nº 9.013/2017 (BRASIL, 2017), a avaliação do bem-estar dos animais destinados ao abate é procedimento abrangido pela inspeção e a fiscalização industrial e sanitária de produtos de origem animal (artigo 12, inciso IV). Por isso, os estabelecimentos sob a fiscalização do serviço veterinário oficial são obrigados a adotar medidas para evitar maus tratos aos animais e aplicar ações que visem à proteção e ao bem-estar, desde o embarque na propriedade de origem até o momento do abate (artigo 88). Isso demanda que os estabelecimentos disponham de instalações e equipamentos para a recepção e acomodação dos animais, com vistas ao atendimento dos preceitos de bem-estar animal (artigo 43, inciso I).

Importante frisar que a avaliação do bem-estar dos animais necessariamente precisa incluir a análise de todos os cinco domínios do bem-estar animal, quais sejam: nutricional, sanitário, ambiental, comportamental e emocional. Para tanto quatro grandes conjuntos de indicadores devem ser utilizados no momento da avaliação e fiscalização das condições de bem-estar animal. O agrupamento dos indicadores em quatro grupos direciona para uma avaliação completa do estado do animal em relação ao seu ambiente, evitando restrições do entendimento do termo "bem-estar animal", cujo significado ordinário ou cotidiano é usado para se referir a qualidade de vida dos animais (FRASER, 2012).

Abaixo trazemos algumas orientações sobre os indicadores. No entanto, a compreensão sobre os cinco domínios que embasam a avaliação de bem-estar dos animais requer estudos complementares e conhecimentos específicos sobre as necessidades nutricionais, os aspectos fisiológicos e o comportamento natural da espécie que está sob avaliação. Registra-se ainda que de acordo com a Resolução nº 1.236 de 2018 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV) o médico veterinário e o zootecnista têm o dever de prevenir e evitar atos de crueldade, abuso e maus-tratos (artigo 4, §1º). E por isso é fundamental que tenha conhecimento destes domínios para que possa recomendar procedimentos de manejo, sistemas de produção, criação e manutenção alinhados com as necessidades fisiológicas, comportamentais, psicológicas e ambientais das diferentes espécies a fim de assegurar bons níveis de bem-estar.

**Figura 1.** Conjunto de indicadores para avaliação do grau de bem-estar dos animais





O primeiro grupo de indicadores a ser observado são os nutricionais. No conjunto de indicadores nutricionais o objetivo é avaliar se o animal está sendo atendido em suas necessidades de alimentação. Se a qualidade e quantidade de alimento estão adequados para a espécie, estado fisiológico em que o animal se encontra e seu comportamento natural de ingestão de alimentos. Deve-se avaliar ainda se o animal não é submetido a períodos de fome e sede prolongados. Para tanto se faz necessário avaliar o escore corporal em que o animal se encontra, se possui acesso permanente a água limpa, se a frequência de alimentação é adequada e se o alimento é compatível com suas necessidades fisiológicas, comportamentais e é seguro para o consumo, ou que não venha causar doenças. Podem ser incluídos também observações quanto a origem, armazenamento e preparação do alimento para fornecimento aos animais.

O segundo grupo de indicadores são os sanitários, aqueles relacionados à saúde dos animais. O que precisa ser observado é se o animal está sofrendo com doenças, lesões ou dor. Para tanto é preciso observar a condição física do animal e sua movimentação, bem como os protocolos de prevenção e tratamento de doenças, se existentes. No âmbito dos indicadores de saúde, também está incluído o atendimento às exigências sanitárias e controles de trânsito.

O terceiro conjunto de indicadores são os ambientais. Consideram-se indicadores ambientais aqueles relativos ao local de alojamento, para avaliar se o mesmo proporciona conforto térmico e físico aos animais. O ambiente em que o animal se encontra não deve sujeitá-lo a lesões ou estresse térmico intenso. O ambiente precisa ainda estar compatível com as necessidades de descanso da espécie, como espaço e superfície confortável. O veículo de transporte também pode ser avaliado utilizando indicadores ambientais, especialmente com relação ao seu leiaute para permitir espaço e ventilação adequados aos animais transportados. Nas estruturas que entram em contato com os animais, incluindo os veículos e carrocerias, é necessário um bom acabamento para evitar lesões.

Por fim, a observação dos indicadores comportamentais. Com este conjunto de indicadores o objetivo é verificar se: i) o animal consegue expressar comportamentos para os quais é motivado, ii) se o relacionamento do animal com os demais do grupo é positivo, iii) e se o relacionamento com os seres humanos é positivo. O normal é que os animais domésticos sejam mais curiosos que medrosos quando em situações novas e na presença de estranhos, e que se sintam confortáveis com a aproximação de pessoas conhecidas. Também deve ser observado se os animais domésticos apresentam comportamentos característicos de sua espécie e não apresentem estereotípias ou outros comportamentos anormais. Brincar e expressar comportamentos de contato social positivo com outros indivíduos é um sinal de estados emocionais positivos. É importante observar se há expressões corporais e faciais indicativas de medo e estresse intenso. Animais que vocalizam, fogem e não permitem aproximação das pessoas tendem a estar estressados e estar respondendo de acordo com experiências prévias ruins. Animais apáticos e letárgicos podem estar em desesperança aprendida, indicando um estado similar a depressão, devido as condições ambientais limitadoras ou negativas. Animais que brigam podem indicar que os recursos presentes são insuficientes, a exemplo de espaço ou sentindo-se ameaçados com a mistura inadequada de lotes.

Realizada a avaliação completa dos cinco domínios e havendo sido constatado por parte do fiscal agropecuário ou agente de fiscalização situação inadequada pode ser lavrado o auto de infração. A previsão jurídica para isso encontra-se no inciso VIII do artigo 496 do Decreto nº 9.013/2017 (BRASIL, 2017) que assim dispõe:

*"Art 496. Constituem infrações ao disposto neste Decreto, além de outras previstas:*

*[...]*

*VIII - desobedecer ou inobservar os preceitos de bem-estar animal dispostos neste Decreto e em normas complementares referentes aos produtos de origem animal"*

Importante anotar que a infração administrativa tipificada no artigo 496, inciso VIII pode vir a ser caracterizada tanto na ocasião de uma conduta de ação quanto de omissão no que se refere à observância e obediência aos preceitos de bem-estar animal firmados no Decreto nº 9.013/2017 (BRASIL, 2017) e normas complementares. Anota-se ainda que para vir a ser configurada esta infração não há necessidade da presença do dolo, isto é, da vontade consciente de reduzir o grau de bem-estar do animal por meio de dor e sofrimento. Para a caracterização da infração na esfera administrativa basta que a conduta causadora de baixo grau de bem-estar no animal resulte de negligência, imperícia ou imprudência frente ao dever de cuidado.

Dentre as normas complementares ao bem-estar dos animais no contexto da fiscalização agropecuária estão as Instruções Normativas (IN) nº 03/2000 (MAPA, 2000), nº 12/2017 (MAPA, 2017) e nº 56/2008 (MAPA, 2008). Em breves linhas, trata a IN nº 03/2000 (MAPA, 2000) da obrigatoriedade do abate humanitário, de modo a minimizar o estresse e o sofrimento dos animais. Esta instrução normativa apresenta uma série de objetivos a serem atingidos e procedimentos a serem adotados, como o manejo calmo e tranquilo, limitações para uso de bastão elétrico, tempo máximo de jejum e espera para o desembarque, procedimentos de contenção, insensibilização e sangria, a fim de minimizar sofrimento e promover uma morte rápida e indolor.

Para garantir que os profissionais no estabelecimento de abate possuam os conhecimentos e habilidades necessárias, a IN nº 12/2017 (MAPA, 2017) apresenta procedimento para o reconhecimento de treinamentos em abate humanitário. O principal intuito desta normativa é assegurar a qualidade dos treinamentos em todo o território nacional. Bem-estar animal tem sólida base científica, no entanto, nem todas as faculdades de medicina veterinária e zootecnia tratam do tema com a centralidade e profundidade necessária, o mesmo acontece com relação a disciplina de etologia, essencial para avaliação do bem-estar dos animais.

Por sua vez, a IN nº 56/2008 (MAPA, 2008) afirma que deverão ser observados os seguintes princípios para a garantia do bem-estar animal: I - proceder ao manejo cuidadoso e responsável nas várias etapas da vida do animal, desde o nascimento, criação e transporte; II - possuir conhecimentos básicos de comportamento animal a fim de proceder ao adequado manejo; III - proporcionar dieta satisfatória, apropriada e segura, adequada às diferentes fases da vida do animal; IV - assegurar que as instalações sejam projetadas apropriadamente aos sistemas de produção das diferentes espécies de forma a garantir a proteção, a possibilidade de descanso e o bem-estar animal; V - manejar e transportar os animais de forma adequada para reduzir o estresse e evitar contusões e o sofrimento desnecessário; VI - manter o ambiente de criação em condições higiênicas.

**Figura 2.** Diretrizes gerais da Instrução Normativa nº 56/2008



**I - manejo cuidadoso e responsável desde o nascimento, criação e transporte**

Mitigação da dor em procedimentos dolorosos e sua substituição por métodos menos invasivos

**II - possuir conhecimentos básicos de comportamento animal**

Conhecer e interpretar o comportamento dos animais para tomada de decisões acertadas e tempestivas

**III - dieta satisfatória, apropriada e segura, adequada às diferentes fases da vida do animal**

Fornecimento de nutrientes, incluindo fibras, evitando a fome crônica, promovendo saúde e estados mentais positivos

**IV - instalações mantidas de forma a garantir a proteção, descanso e o bem-estar animal**

O alojamento coletivo favorece a interação social, o conforto, a livre movimentação dos animais

**V - transportar de forma a reduzir o estresse e evitar contusões e o sofrimento desnecessário**

As boas práticas para o embarque, desembarque e transporte dos animais, lotação adequada, planejamento de viagem, veículos adequados para permitir que os animais viagem com conforto e protegidos de condições climáticas extremas

**VI - manter o ambiente de criação em condições higiênicas**

Ambientes sujos podem promover o crescimento de microorganismos patogênicos, afetam a qualidade ambiental, reduzindo o grau de bem-estar

Em relação aos suínos estas diretrizes se traduzem em práticas de manejo como a mitigação da dor (item I) em procedimentos de castração ou sua substituição por métodos não invasivos, como a imunocastração. A necessidade de avaliação constante dos animais e observação do seu comportamento (item II), considerando os comportamentos esteriotipados e de agressividade como indicadores de problemas ambientais ou de manejo. Também o fornecimento de fibras na dieta das matrizes (item III), evitando a fome crônica e o surgimento de úlceras que provocam dor e sofrimento aos animais. A preferência por alojamento coletivo de matrizes (item IV) que favorece a interação social, o conforto e, a livre movimentação das fêmeas. As boas práticas para o embarque, desembarque e transporte dos animais (item V) tais como lotação adequada, planejamento de viagem, veículos com leiaute que proporcionem aos animais uma viagem com conforto e proteção contra condições climáticas extremas. Atenção à correlação existente entre bem-estar animal e saúde animal (item VI) também é importante, uma vez que ambientes sujos podem promover o crescimento de microorganismos patogênicos, bem como podem afetar a qualidade ambiental, como qualidade do ar, provocando irritações nos animais.

### 3.3. RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS DE BEM-ESTAR PARA SUÍNOS

Também se faz importante registrar que em maio de 2018 foi aprovada pela Assembleia Geral da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) a inclusão de recomendações de bem-estar para os sistemas de criação de suínos no Código de Saúde de Animais Terrestres. A OIE é uma organização intergovernamental composta por representantes do serviço veterinário de 182 países. Fundada em 1924 esta organização se dedica a promover a saúde animal por meio do fomento da capacitação e colaboração dos serviços veterinários oficiais. Desde 2000, esta organização tem se dedicado também a promover a adoção de práticas compatíveis com o bem-estar animal. O Código de Saúde é um compilado de recomendações elaboradas por um grupo de especialistas e aprovadas pela Assembleia Geral de Delegados. O Brasil é representado nesta organização pelo Diretor do Departamento de Saúde Animal do MAPA.

Em relação ao bem-estar estar na criação de suínos, a OIE recomenda por meio do Capítulo 7.13 do Código Sanitário de Animais Terrestres (OIE, 2018) de modo resumido, a utilização de nove indicadores a serem monitorados nas granjas, quais sejam: comportamento dos animais, taxas de morbidade, taxa de mortalidade e descarte, alterações do escore corporal, eficiência reprodutiva, aparência física, resposta comportamental dos animais ao manejador, claudicação e complicações decorrentes de procedimentos de rotina (artigo 7.13.4). Ressalta-se que a recomendação da OIE faz referência a importância do conhecimento dos profissionais quanto às necessidades e comportamentos dos suínos (artigo 7.13.6), bem como da necessidade de que as observações aos animais sejam rotineiras para mitigar problemas sem delongas (artigo 7.13.7). Com relação aos procedimentos dolorosos aos quais os suínos são submetidos, a OIE orienta para o uso do conceito três "R"<sup>1</sup>: redução (realizar apenas quando realmente necessário), substituição (a busca de alternativas menos dolorosas ou não dolorosas) e refinamento (a exemplo, uso de analgesia) (artigo 7.13.8). Destaca-se ainda que a recomendação da OIE faz referência ao reconhecimento de que os suínos são animais de cognição complexa e natureza gregária, portanto devem ser preferencialmente alojados em grupos (artigo 7.13.12) e devem dispor de um ambiente diverso e enriquecido, que estimule comportamentos naturais como a exploração e investigação (artigo 7.13.10).

Pertinente assinalar que as recomendações da OIE, ainda que não tenham força jurídica vinculante, são uma importante referência à atuação do serviço veterinário oficial no trato de questões internas e externas. Neste contexto indicamos o disposto no artigo 86, parágrafo 4º do Decreto nº 5.741/2006 (BRASIL, 2006), que estipula: "as normas complementares nacionais de boas práticas serão elaboradas por cadeia produtiva, e com a participação dos produtores e demais agentes dessa cadeia, considerando também as normas complementares de práticas pertinentes dos organismos internacionais de referência." A OIE é internacionalmente reconhecida como o organismo de referência para recomendações de saúde e bem-estar de animais. Este Decreto ainda dispõe no Art. 76, § 2º, inciso V que os compromissos internacionais devem ser atendidos de modo a "promover a coerência entre as normas técnicas internacionais e a legislação [nacional] de atenção à sanidade agropecuária, assegurando simultaneamente que o nível de proteção não seja reduzido".

---

<sup>1</sup>No inglês os 3Rs são: reduce, replace, refine.

### 3.4. ATIVIDADE PECUÁRIA E O DEVER DE PROTEÇÃO À FAUNA

A atividade pecuária brasileira tem por base a Lei nº 8.171/1991 (BRASIL, 1991) que dispõe sobre os princípios, objetivos, ações e instrumentos da política agrícola. De acordo com esta lei, a política agrícola tem por objetivo, entre outras coisas, a promoção da saúde animal, a qualidade dos produtos de origem agropecuária e a proteção ao meio ambiente (artigo 3º, incisos XIII, XV, IV). Em relação à proteção ao meio ambiente, determina esta lei que o Poder Público deve disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora. O artigo 22 da Lei nº 8.171/1991 (BRASIL, 1991) estabelece que os serviços e aplicações de recursos pelo Poder Público em atividades agrícolas devem ter por premissa básica o uso tecnicamente indicado, o manejo racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente.

Sendo a suinocultura uma atividade pecuária, esta precisa ser realizada de modo a refletir o disposto na norma geral da política agrícola, a qual, conforme visto no parágrafo anterior, incorpora a proteção do meio ambiente e a utilização da fauna de modo racional. Esta imposição de proteção ao meio ambiente não é exclusivo da atividade agrícola. Estabelece a Constituição Federal (BRASIL, 1988), que é a norma de maior hierarquia no Brasil, que a ordem econômica, ainda que fundada na livre iniciativa, deve respeitar a defesa do meio ambiente (artigo 170, inciso V). Esta proteção, inclusive, pode gerar tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação.

No contexto da suinocultura, o impacto ambiental é normalmente associado à utilização dos insumos hídricos e do tratamento dos dejetos. Para tanto o aproveitamento dos resíduos, a redução da emissão de gases de efeito estufa e a otimização do uso da água são consideradas as principais linhas de atuação estabelecidas e diretamente vinculadas com a proteção do meio ambiente no contexto da criação de suínos (MAPA, 2018). No entanto, não se pode esquecer que dentro dos esforços de proteção ao meio ambiente encontra-se, por força do artigo 225, inciso VII da CF o dever do Poder Público e da coletividade de tomar medidas para proteger a fauna.

Com relação ao termo fauna, empregado no artigo 225 da CF e noutros dispositivos referentes à proteção do meio ambiente, importante destacar que seu significado alcança os suínos e demais animais utilizados nas atividades agropecuárias. Segundo o Dicionário Aurélio o termo fauna é um substantivo feminino coletivo que significa "o conjunto dos animais próprios de uma região ou de um período geológico". Em livros de Direito Ambiental fauna também é definida como o conjunto de espécimes animais de um determinado país, região ou período geológico (MILARÉ, 2001, SILVA, 2002, MACHADO, 2007). Quando necessário, para fins didático e regulatório, é possível distinguir os diferentes espécimes que compõem a fauna a partir de diferentes critérios. Por exemplo, a partir da inserção no ecossistema a fauna pode ser dividida entre terrestre e aquática; a partir do pertencimento geográfico a fauna pode ser distinguida entre nativa, exótica ou em rota migratória; e a partir da relação de convivência com o ser humano a fauna pode ser distinguida entre silvestre e doméstica (CASTILHO, 2000).

Em relação a estes critérios, temos que o suíno seria espécime da fauna terrestre nativa doméstica. Confirma esta classificação do suíno como fauna doméstica, o disposto na Instrução Normativa nº 7 de 2015 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA, 2015) que define fauna doméstica como sendo: "conjunto de espécies da fauna cujas características biológicas, comportamentais e fenotípicas foram alteradas por meio de processos tradicionais e sistematizados de manejo e melhoramento zootécnico tornando-as em estreita dependência do homem, podendo apresentar fenótipo variável, mas diferente da espécie silvestre que os originou (artigo 2º, inciso IV).

No caso dos suínos domésticos (*sus scrofa domesticus*), tem-se como seu ancestral selvagem o javali (*sus scrofa*), que habitava o sudeste da Ásia. Registros históricos apontam que a domesticação dos suínos teve início por volta de 8000 a.C. Por estes registros, tem-se que os suínos teriam sido um dos primeiros animais a ser submetido a domesticação, juntamente com os cães; e antes mesmo de ovelhas e cabras. Há autores que ainda afirmam que a domesticação dos suínos antecedeu o cultivo de cereais tais como cevada e trigo (ROPPA, 2014).

Ao longo do processo de domesticação do javali selvagem, inúmeras práticas de manejo e melhoramento genético foram adotadas buscando maximizar a produtividade dos animais. No entanto este processo não resultou em alterações morfológicas e fisiológicas profundas a ponto de anular comportamentos inatos. Em outras palavras, apesar da domesticação, o suíno hoje utilizado na atividade pecuária segue com necessidades comportamentais similares a de seus ancestrais. De forma similar ao javali selvagem, que preza pelo vínculo social, o suíno também costuma viver em famílias, que são grupos de até 20 fêmeas e suas leitegadas. Este é um aspecto importante a ser considerado para o manejo de fêmeas em grupo, sendo perigoso e não recomendado incluir uma fêmea sozinha em um grupo já estabelecido. Já os machos suínos e javalis costumam ser solidários, mas interagem com os grupos de fêmeas em estações de acasalamento.

Todos os animais sociais se comunicam, a comunicação é essencial para as interações e cooperação entre dois indivíduos. Com javalis e suínos domésticos não é diferente. Estes animais emitem uma série de vocalizações, de pequenos grunhidos a gritos sugestivos de surpresa e intenso estresse e dor. Para manter o grupo unido e cooperativo uma série de comportamentos naturais são importantes reforçadores dos vínculos sociais, um exemplo é o *grooming* social. Os animais se posicionam lado a lado e realizam pequenas carícias e mordiscadas uns nos outros. Este comportamento é visto em espécies selvagens e domésticas, e muitas vezes está relacionado com o *status* social dos indivíduos dentro do grupo.

Estes animais comem praticamente tudo (onívoros), portanto são muito motivados a explorar seu ambiente e manipular objetos em busca de alimento. Suínos e javalis são muito curiosos e usam seu focinho característico para cavar, revirar e rastrear fontes de alimentos. As fêmeas tendem a ser bastante protetoras, elaboram ninhos para o parto e raramente deixam suas crias nas primeiras duas semanas após o nascimento. No caso das matrizes suínas, o sistema produtivo impõe grandes limitações, como a limitação ao movimento da fêmea e a construção do ninho, e também para os leitões, como o desmame precoce, realizado em média com 21 dias de vida. No caso de javalis, os filhotes se tornam independentes da sua mãe ao redor dos 7 meses de vida (BURNIE, 2017).

**Figura 3.** Comportamentos inatos dos suínos





Isso tudo confirma que o suíno, ainda que criado para fins comerciais, é uma espécie da fauna e por isso deve receber cuidados especiais por parte do Poder Público e da coletividade como um todo. A sua domesticação não afasta o manto constitucional de proteção ao meio ambiente. Tanto é assim que a Lei nº 9.605/1998 (BRASIL, 1988), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, não faz distinção entre animais silvestres e domesticados para fins de tipificação de crimes ambientais contra a fauna. Isto significa que o abuso, os maus-tratos, a mutilação e outras práticas que causem ferimentos aos suínos podem vir a ser configurados como crime ambiental se o agente praticou estas condutas com dolo, ou seja, com vontade consciente.

Além das possíveis implicações criminais e administrativas, as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e, portanto aos suínos, podem também ser objeto de responsabilização na esfera civil. Isto por força do art. 225, § 3º da CF (BRASIL, 1988) e da Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981) que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Esta política tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar ao mesmo tempo as condições ao desenvolvimento sócio-econômico e ao equilíbrio ecológico. Para tanto esta lei estipula que a obrigação de recuperar ou indenizar os danos causados ao meio ambiente se configura independentemente da existência de culpa (artigo 14, § 1º). Ou seja, se restar comprovado um dano ao meio ambiente, aquele que produziu o dano será obrigado a reparar ou indenizar independente da presença de culpa por parte do agente ou da licitude de sua conduta.

Observa-se que, com lastro neste dever de reparar o dano uma granja com aproximadamente 10 mil leitões e 3 mil matrizes suínas teve suas atividades suspensas por força de medida liminar concedida pela 2ª Vara Cível da Comarca de Caçapava no Estado de São Paulo. Na decisão liminar o juiz ordena os proprietários da granja a absterem-se de "realizar procedimentos de manejo suíno que se desenvolvam à custa de dor e sofrimento animal, tais como as intervenções cirúrgicas realizadas sem anestesia (castração, corte de rabo, corte de orelhas, raspagem dos dentes), o confinamento em gaiolas que impeçam a movimentação dos animais e os procedimentos invasivos agressivos" (Processo Digital nº: 1004003-42.2018.8.26.0101 – Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo).

### 3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratou este artigo de mostrar que a adoção de medidas para promover e proteger o bem-estar dos animais já se faz presente no Brasil como um dever jurídico, e que não há dúvidas de que esta proteção se estende aos suínos e demais animais utilizados na pecuária. Frente a isso, algumas técnicas amplamente difundidas na suinocultura ao longo dos últimos 40 anos, tais como caudectomia, alojamento permanente em celas individuais, desmame precoce devem ser eliminadas ou refinadas, caso contrário medidas legais serão tomadas pelos órgãos de fiscalização agropecuária e de defesa do meio ambiente.

A produção de suínos com foco prioritário na sanidade e nutrição dos rebanhos, visando tão-somente o aumento de índices produtivos, possui um espaço cada vez menor na sociedade atual. O reconhecimento inequívoco que animais vertebrados são seres sencientes, os avanços científicos na identificação de indicadores para medição da qualidade de bem-estar de um animal exigem uma postura proativa por parte de todos os atores da cadeia produtiva para refinar as práticas de manejo de modo a minimizar emoções negativas e maximizar emoções positivas para os animais.



Assegurar que os animais tenham "uma vida que valha a pena ser vivida (MELLOR, 2016) é importante não apenas para o animal, mas para preservar o nosso futuro. Diversos estudos tem evidenciado cada vez mais a relação intrínseca entre a saúde e o bem-estar animal e a saúde e o bem-estar dos seres humanos. Tanto que hoje o conceito da saúde e do bem-estar únicos é mundialmente aceito (PINILLOS, et al, 2016) e utilizado como premissa para as ações e orientações de diversas instituições tais como o Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV) a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE).

### 3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCS. Mapeamento da Suinocultura. 2016. Disponível em <[http://www.abcs.org.br/attachments/-01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf)> Acesso em 22/10/2018 às 18h00
- BURNIE, D. Animal the ultimate visual guide. 3ªEd. DK. 2017 pg 218-219.
- CASTILHO, E.W.V. Conceito de fauna e de animais nos crimes contra a fauna da lei 9.605/98. In FREITAS, V.P. Direito Ambiental em Evolução (Coord). Vol. 2. Juruá, 2000. pg 58-72.
- CFMV, 2018. Resolução nº 1.236 de 26 outubro de 2018. Publicada no Diário Oficial da União em 29/10/2018. Edição 208. Seção 1. Página 133.
- COSTA, A. R. C. Estruturas piramidais de melhoramento genético. Produção de suínos: teoria e prática. Capítulo 2.5. 1ªEd. ABCS, Brasília, 2014.
- FAO, 2018. Sustainability pathways. Disponível em: < <http://www.fao.org/nr/sustainability/home/en/>> Acessado em 03/11/2018 às 11h.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário da língua portuguesa. Curitiba: Positivo, 2004. p.878.
- FRASER, D. Compreendendo o bem-estar animal: a ciência no seu contexto cultural. Londrina: Edue, 2012.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. São Paulo: Malheiros, 2007. p.766.
- MAPA. Agricultura de Baixo Carbono. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/suinocultura-abc/suinocultura-ABC>> Acesso em: 24/10/2018 às 15h00
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. São Paulo: Malheiros, 2007. p.766.
- MELLOR, D.J. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the "Five Freedoms" towards "A Life Worth Living". Animals 2016, 6, 21.
- PINILLOS, R. G., APPLEBY, M., MANTECA, X., SCOTT-PARK, F., SMITH, C., & VELARDE, A. (2016). One Welfare – a platform for improving human and animal welfare. Veterinary Record, 1-8.
- ROPPA, L. Evolução do mercado mundial de suínos nos últimos 30 anos. Produção de suínos – teoria e prática. Capítulo 1.1. 1ªEd. ABCS, Brasília, 2014.
- OIE. Animal welfare and pig production systems. Terrestrial Animal Health Code. Disponível em <[http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre\\_aw\\_pigs.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm)> Acesso em 24/10/2018 às 16h00
- SILVA, José Afonso da. Direito ambiental constitucional. São Paulo: Malheiros, 2002. p.193.



# CAPÍTULO 4 – INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS NA SUINOCULTURA

**Autora:** HÖTZEL, M.J.  
**contato:** maria.j.hotzel@ufsc.br

## 4.1. INTRODUÇÃO

O assunto bem-estar animal é de grande interesse para o público, inclusive no Brasil (VON KEYSERLINGK et al., 2015; YUNES et al., 2017). De forma muito breve, no nosso entendimento bem-estar refere-se aos vários aspectos da vida do animal que compreendem seu corpo (sua biologia), sua mente (seus sentimentos) e sua natureza (suas adaptações ao ambiente, alcançadas durante o processo de evolução natural) (FRASER et al., 1997). Neste contexto, a qualidade das relações entre os animais e os seres humanos com quem eles têm contato diariamente é um tema que transcende outros fatores que influenciam o bem-estar animal e o tipo de alojamento utilizado ou o método ou sistema de criação. A qualidade dessas interações pode influenciar não somente a produtividade dos suínos, como seu bem-estar e dos seres humanos que os manejam (HEMSWORTH et al., 2012; TALLEY et al., 2018).

## 4.2. INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS E MEDO

As interações entre seres humanos e animais ocorrem em todas as etapas da vida do animal, desde a vida fetal, durante a rotina de manejo, no momento do transporte entre locais da criação ou entre a granja e o local de abate, e durante o manejo pré-abate. Quanto à sua natureza, as interações entre humanos e animais podem ser positivas, neutras ou negativas; elas também podem ser indiretas – através da voz, gestos ou posturas – ou diretas – envolvendo contato físico. As interações entre humanos e animais podem envolver qualquer um dos sentidos e envolve mensagens acústicas, táteis, químicas e visuais.

Nos sistemas intensivos de criação, boa parte dos contatos entre o manejador e os animais está relacionada a estímulos negativos como vacinações, tratamentos veterinários ou a condução forçada dos animais. A maior preocupação em relação às interações negativas, ou aversivas, é o potencial de provocar medo nos animais. Nas condições naturais onde os suínos evoluíram, o medo teve um papel fundamental na sobrevivência dos animais por motivá-los a evitar situações potencialmente perigosas, inclusive predadores. Nesse sentido, é relevante lembrar que a relação entre os suínos e os seres humanos é uma relação de presa-predador. Os animais domésticos mantêm as suas características comportamentais originais, inclusive aquelas que os levam à detecção e fuga de predadores (PRICE, 1999). Os sistemas intensivos de criação de suínos, incluindo o alojamento confinado e a total dependência dos seres humanos para obter alimentos, limitam profundamente a capacidade do animal de controlar o seu ambiente, prever e, principalmente, evitar situações que lhe são aversivas. No caso do medo do "predador", o animal percebe que não tem a opção da fuga, o que causa medo e ansiedade (BASSETT et al., 2007).

O medo tem um importante papel na adaptação dos animais ao seu ambiente ao motivá-los a evitarem situações potencialmente perigosas (BOISSY, 1995). O ser humano pode causar medo aos animais em virtude do seu tamanho e sua propensão a desenvolver movimentos rápidos e imprevisíveis. O mecanismo pelo qual o medo influencia o desempenho e o bem-estar dos animais é o de uma resposta clássica de estresse (BOISSY, 1995). Esta resposta envolve reações fisiológicas que, de forma geral, visam a disponibilizar energia para uso imediato pelo organismo que se prepara para fugir ou enfrentar a agressão. Em consequência, a síntese das proteínas necessárias para os processos de crescimento, reprodução e resposta imune é deprimida, e as reservas de energia são mobilizadas (MOBERG et al., 2000). Essa resposta, que em situações normais geralmente favorece a sobrevivência do indivíduo, pela natureza continuada que caracteriza o estresse crônico a que os suínos são submetidos muitas vezes, pode ser prejudicial ao organismo. Isso se manifesta justamente nos processos mencionados, ou seja causando perdas no crescimento e na reprodução e um aumento da susceptibilidade a doenças. Por alterar o metabolismo energético dos músculos, quando a situação de estresse se apresenta no abate ou nos momentos que o antecedem, há prejuízos para a qualidade da carne, como por exemplo um aumento na incidência de carne PSE (D'SOUZA et al., 1998; GREGORY et al., 1998).

### 4.3. EFEITOS DAS INTERAÇÕES NEGATIVAS NO COMPORTAMENTO DOS SUÍNOS

O tratamento recebido na granja pode ter repercussões no comportamento dos animais durante todas as fases do manejo, do transporte e do manejo pré-abate. A qualidade da interação humano-animal desde o início da vida pode influenciar os comportamentos locomotores e sociais posteriores (ZUPAN et al., 2015) e a performance de leitões em tarefas cognitivas complexas (BRAJON et al., 2016). Leitões manipulados gentilmente nas primeiras semanas de vida, mais tarde foram menos medrosos em um ambiente novo e mostraram menos medo durante interações com pessoas (DE OLIVEIRA et al., 2015).

Leitões acariciados por um tratador durante seis amamentações no primeiro dia de vida mostraram menor comportamento de fuga no dia dois e duas semanas após, sugerindo redução do medo de humanos (MUNS et al., 2015). Por outro lado, leitões manejados diariamente de dez a 27 dias após o nascimento por um tratador barulhento e que se comportava de maneira ameaçadora e imprevisível durante as tarefas diárias de limpeza mostraram maior propensão de evitar seres humanos em um teste realizado no momento do desmame do que leitões manejados por um tratador cuidadoso e gentil (SOMMAVILLA et al., 2011).

Um tratamento semelhante durante a fase de aleitamento também gerou respostas de estresse após várias semanas após o término do tratamento aversivo e os suínos foram mais medrosos quando exposto a uma novidade, ao isolamento social e ao tratador aversivo (SOMMAVILLA, 2015).

A qualidade do manejo no início da vida pode agravar o estresse do desmame, como sugerido em um estudo em que leitões tratados aversivamente antes do desmame apresentaram maiores frequências de brigas e fuga e redução do repouso após o desmame (SOMMAVILLA et al., 2011). Um ponto interessante é que os efeitos negativos das interações negativas no início da vida no comportamento dos suínos podem ser revertidas ou amenizadas com manejos que reduzem o estresse, como o enriquecimento ambiental (PEARCE et al., 1989; SOMMAVILLA, 2015). A qualidade do tratamento também influencia a facilidade de condução dos suínos (DAY et al., 2002), mas quando o tratamento recebido por suínos é gentil, os mesmos tendem a ter menos medo de situações de rotina que os expõem ao medo (HEMSWORTH et al., 1996).

## 4.4. EFEITOS DAS INTERAÇÕES NEGATIVAS NA PRODUÇÃO, REPRODUÇÃO E FISIOLOGIA DOS SUÍNOS

Na suinocultura há vários exemplos que ilustram que tratamentos aversivos por parte dos tratadores podem prejudicar o desempenho produtivo. O uso de bastão elétrico durante dez semanas no manejo de leitoas em fase de crescimento levou a uma redução no ganho de peso e aumento das glândulas adrenais (GONYOU et al., 1986). Um tratamento aversivo de poucos minutos de duração e apenas três vezes por semana entre as 11 e as 22 semanas de idade reduziu o crescimento de leitoas e aumentou as concentrações basais de corticosteroides (HEMSWORTH et al., 1981).

Em contraste, leitoas tratadas gentilmente ou com pouca interação com seres humanos entre sete e 14 semanas de vida mostraram maior aproximação a um humano estacionário, demonstrando menor medo, maiores taxas de crescimento e conversão alimentar, e menores concentrações basais de corticosteroides do que leitoas tratadas aversivamente ou de forma inconsistente - às vezes gentil e outras vezes aversivamente (HEMSWORTH et al., 1987). Esses estudos indicam a relação entre o estresse fisiológico causado por interações negativas e o desempenho produtivo.

A qualidade das interações entre humanos e os suínos também pode ter efeitos na reprodução. Por exemplo, um tratamento semelhante ao utilizado por Hemsworth et al. (1981) reduziu as taxas de gestação de leitoas cobertas no segundo estro enquanto os machos tiveram testículos menores às 23 semanas de idade (HEMSWORTH et al., 1986a). Em um estudo envolvendo 19 granjas comerciais, foi verificada uma menor taxa de reprodução nas granjas em que o uso de interações negativas dos tratadores para com os animais era mais frequente. Além disso, as leitegadas foram menores nas granjas em que eram usadas interações verbais negativas mais frequentemente. As matrizes com piores taxas reprodutivas eram as que hesitavam mais em se aproximar desses tratadores - uma demonstração de medo desses animais (HEMSWORTH et al., 1989). Em outro estudo semelhante desenvolvido pelo mesmo grupo de pesquisadores houve menor sobrevivência de leitões até o desmame entre as matrizes que tinham medo dos tratadores, sendo muitas das mortes causadas por esmagamento (HEMSWORTH et al., 1999).

Embora não haja estudos mostrando os impactos das interações durante a gestação nas respostas comportamentais e fisiológicas, crescimento e saúde dos leitões, há fartas evidências indiretas dessa relação. Primeiro, existem evidências experimentais dessa relação em outras espécies (COULON et al., 2011; BAXTER et al., 2016). Além disso, os efeitos do estresse pré-natal em vários aspectos como a saúde, o crescimento pós-natal, a eficiência alimentar, a produção de leite da mãe, a composição da carcaça e o potencial reprodutivo, são descritos em várias espécies animais (OTTEN et al., 2007; MERLOT et al., 2013; SINCLAIR et al., 2016).

## 4.5. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM ENVOLVIDOS NAS INTERAÇÕES HUMANO-ANIMAIS

Para melhorar a qualidade das relações entre seres humanos e suínos, é necessário conhecer os processos subjacentes às respostas dos animais. Animais zootécnicos de várias espécies demonstram ter a capacidade de reconhecer seres humanos, a partir de poucos dias após o nascimento (NAWROTH et al., 2019). Os suínos, especificamente, reconhecem seres humanos através de informações visuais, auditivas e olfativas (TANIDA et al., 1998). Embora as informações visuais pareçam ser as mais importantes (KOBAYASHI et al., 2019).

1999), somente com alguma dessas informações eles já conseguem reconhecer pessoas individualmente (MCLEMAN et al., 2008). Por exemplo, com poucas semanas de vida leitões conseguem discriminar um tratador gentil de outro, desconhecido, exclusivamente através de informações visuais possivelmente relacionadas com o reconhecimento facial e do porte do corpo (SOMMAVILLA et al., 2011).

Interações negativas ocorridas em qualquer fase da vida do suíno são rapidamente gravadas na memória do animal, influenciando o seu comportamento a partir desse momento. Uma consideração importante é que na vida dos suínos existe um período inicial de socialização, quando alguns laços sociais duradouros são estabelecidos. Se durante esse período, que corresponde às primeiras semanas de vida (HEMSWORTH et al., 1986b), houver um predomínio de interações positivas, os animais tenderão a ter menos medo de seres humanos. Se ocorrer o contrário, o resultado será animais medrosos, que evitam o contato ou a aproximação de seres humanos (HEMSWORTH et al., 1992).

Ao longo da sua vida, os suínos interagem com diversas pessoas e algumas respostas aprendidas desses animais podem ser específicas a uma determinada pessoa. Por exemplo, com menos de 30 dias de idade, os mesmos leitões que aceitaram e até procuraram a companhia de uma pessoa desconhecida evitaram a aproximação de uma pessoa que os tinha tratado aversivamente durante a fase de amamentação (HÖTZEL et al., 2007; SOMMAVILLA et al., 2011). Em um estudo posterior, Somnavilla et al. (2017) encontraram resultados semelhantes e ainda mostraram que os leitões podem lembrar do manejador aversivo três semanas sem contato com o mesmo. Em contraste, suínos habituados ao contato com seres humanos desde cedo, mesmo que através de um contato seja passivo têm uma maior tendência a se aproximar de pessoas, indicando uma resposta geral de perda de medo (HEMSWORTH et al., 1996; BRAJON et al., 2015).

Assim, como a qualidade dos tratamentos pode ser associada a uma determinada pessoa que os exerceu, também pode ocorrer uma generalização e, como consequência, um animal que tenha recebido interações aversivas por parte de um manejador, poderá passar a evitar a presença de qualquer pessoa (HEMSWORTH et al., 1994; TANIDA et al., 1995). Também pode ocorrer uma generalização de um tratamento aversivo ao local onde o mesmo ocorreu, observando-se que os animais passam a evitar esses locais (GRANDIN et al., 2015). Isso pode ocorrer quando suínos são submetidos a tratamentos veterinários desconfortáveis ou dolorosos em um determinado local.

Uma pergunta importante é: "Quais são os estímulos que causam medo aos suínos?". Poucos estudos têm tratado esta questão na espécie suína. Na espécie bovina há mais informação e sabemos que alguns estímulos que o senso comum indica que deveriam causar medo aos animais, como cães, choques elétricos e agressão física, de fato o causam. Surpreendentemente, vozes ameaçadoras e gritos – talvez o estímulo aversivo mais presente no manejo dos animais – estão entre os mais aversivos para vacas, em um nível comparável ao uso de choques (PAJOR et al., 2000; PAJOR et al., 2003). Na espécie suína há evidência indireta a respeito, através de estudos que associaram comportamentos negativos dos tratadores direcionados aos animais com as reações comportamentais negativas observadas nesses. Entre os comportamentos humanos citados nesses estudos os mais frequentes são tapas, chutes e empurrões. Leitões de poucos dias de vida expostos várias vezes a um tratamento aversivo que consistiu em dirigir-se bruscamente e gritando com a matriz, batendo palmas inesperadamente, apresentaram maior estresse nos dias subsequentes ao desmame. Posteriormente, os leitões souberam reconhecer o tratador aversivo em um teste em que ele lhes era apresentado parado e mudo (SOMMAVILLA et al., 2011). Portanto, as informações utilizadas para aprender a reconhecer as pessoas não necessitam estar presentes após o aprendizado para o suíno reconhecer uma pessoa.

## 4.6. COMPORTAMENTO HUMANO E COMPORTAMENTO ANIMAL

Tratando-se de uma interação, entende-se que animal e tratador são ambos afetados um pelo outro (BOKKERS, 2006). Por isso, através da educação das pessoas que tratam diretamente com os animais, algumas mudanças podem ser alcançadas. Para isso, é necessário compreender como essas interações influenciam o comportamento das pessoas. Segundo a teoria da ação racional (AJZEN et al., 1980), a intenção de uma pessoa em realizar um comportamento resulta de sua atitude em relação àquele comportamento, combinada a normas subjetivas. Atitude é, segundo a definição de Eagly et al. (1993), uma tendência psicológica que se evidencia através da avaliação, favorável ou desfavorável, de um objeto particular. As atitudes são geralmente dirigidas a algum objeto, pessoa ou grupo e são formadas por três componentes: 1) o afeto, que é a avaliação de uma resposta emocional ao objeto; 2) a cognição, que diz respeito às crenças e ao conhecimento de fatos referentes a ele; e 3) a conação, que é a intenção comportamental e ações manifestas em relação ao objeto (ZIMBARDO et al., 1973). Ou seja, o fato do manejador gostar ou não dos animais é um exemplo de resposta afetiva; declarações acerca do que ele acredita sobre os animais revelam os aspectos de cognição; finalmente, os comportamentos observados - agir gentilmente ou aversivamente, gritar ou acariciar o animal - são considerados como resultantes desse processo cognitivo-afetivo.

As atitudes estão ligadas a crenças de que o comportamento leva a um certo resultado e à avaliação desse resultado. Portanto, como regra geral, uma pessoa tende a se comportar de forma favorável com respeito a coisas e pessoas que gosta, mostra comportamentos desfavoráveis com coisas e pessoas que desgosta e, exceto em eventos imprevistos, ela traduz seus planos dentro de suas ações (AJZEN e FISHBEIN, 1980).

Pessoas que têm atitudes positivas em relação aos animais tendem a ter também atitudes positivas em relação ao manejo dos animais (BOIVIN et al., 2003). Por exemplo, acreditar que ter contatos positivos como acariciar é importante para os bezerros, leva as pessoas a realizarem mais frequentemente esse comportamento (LENSINK et al., 2000). Então, se o manejador tiver atitudes negativas em relação aos animais - comumente verbalizadas com termos como "animais são tolos", "preguiçosos" ou "teimosos" - , muito possivelmente ele irá demonstrar isso através de comportamentos negativos durante o manejo - agressões físicas, verbais, expressões corporais (COLEMAN et al., 2003). Isso, por sua vez, tornará o manejo mais difícil, pois os animais tentarão escapar e evitar esse manejador, o que reforçará a sua postura original, fechando um circuito de retroalimentação proposto por Hemsworth et al. (1998).

Por último, as atitudes são vistas como predisposições duradouras, mas aprendidas e não inatas (ZIMBARDO E EBBESEN, 1973). Por isso, embora as atitudes não sejam momentâneas ou passageiras, elas são suscetíveis a mudanças. Essa informação é importante quando se busca melhorar a qualidade das interações entre humanos e animais, em que o foco principal deverá ser a mudança de atitude para com os animais. A satisfação com o trabalho e as opiniões sobre as condições de trabalho também estão relacionados com a formação de opiniões e posturas dos manejadores, já que pessoas satisfeitas com seu emprego são estimuladas a fazer bem o seu trabalho, a aprender e a melhorar suas habilidades (HÖTZEL et al., 2018). Por último é importante lembrar que a adequação das instalações ao manejo dos animais, um assunto fartamente tratado pela pesquisadora Temple Grandin, também tem um importante papel na questão aqui tratada. Problemas nas instalações, como uma rampa de embarque escorregadia, irão provocar comportamentos nos animais que dificultam o manejo, provocando respostas negativas nos manejadores se estes não estiverem adequadamente preparados.



## 4.7. CONCLUSÕES

As interações entre humanos e animais são dinâmicas e por isso complexas e difíceis de avaliar, a não ser de forma contextualizada. Interações indesejáveis podem causar medo nos animais, consequentemente dificultando o manejo e trazendo prejuízos produtivos. No entanto, é possível melhorar a relação trabalhando as atitudes e comportamentos das pessoas envolvidas no manejo dos animais, através de ações educativas e treinamentos, com consequências positivas para a produtividade e bem-estar animal (Hemsworth e Coleman, 2012). Nesses treinamentos os tratadores devem receber informação sobre a biologia animal, a percepção animal e humana em relação ao manejo, além de outros fatores como formas de melhorar o ambiente físico e social do trabalho.

## 4.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJZEN, I.; FISHBEIN, M. Understanding attitudes and predicting social behavior. New Jersey: Prentice-Hall, 1980.

BASSETT, L.; BUCHANAN-SMITH, H. M. Effects of predictability on the welfare of captive animals. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 102, n. 3, p. 223-245, 2007/02/01/ 2007.

BAXTER, E. M. et al. Positive and negative gestational handling influences placental traits and mother-offspring behavior in dairy goats. *Physiology & Behavior*, v. 157, p. 129-138, 2016/04/01/ 2016.

BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. *Quarterly Review of Biology*, v. 70, n. 2, p. 165-191, Jun 1995.

BOIVIN, X. et al. Stockmanship and farm animal welfare. *Animal Welfare*, v. 12, n. 4, p. 479-492, Nov 2003.

BOKKERS, E. A. M. Effects of interactions between humans and domesticated animals. In: HASSINK, J. A. N. e VAN DIJK, M. (Ed.). *FARMING FOR HEALTH*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2006. p.31-41. ISBN 978-1-4020-5364-1.

BRAJON, S. et al. Persistency of the piglet's reactivity to the handler following a previous positive or negative experience. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 162, p. 9-19, 2015.

BRAJON, S. et al. A preliminary study of the effects of individual response to challenge tests and stress induced by humans on learning performance of weaned piglets (*Sus scrofa*). *Behavioural Processes*, v. 129, p. 27-36, 8// 2016.

COLEMAN, G. J. et al. The relationship between beliefs, attitudes and observed behaviours of abattoir personnel in the pig industry. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 82, n. 3, p. 189-200, Jul 15 2003.

COULON, M. et al. Gentle vs. aversive handling of pregnant ewes: II. Physiology and behavior of the lambs. *Physiology & Behavior*, v. 103, n. 5, p. 575-584, 2011/07/06/ 2011.

D'SOUZA, D. N. et al. Effect of on-farm and pre-slaughter handling of pigs on meat quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 49, n. 6, p. 1021-1025, 1998.

DAY, J. E. L. et al. The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 75, n. 3, p. 177-192, 2002/01/23/ 2002.

DE OLIVEIRA, D. et al. Early human handling in non-weaned piglets: Effects on behaviour and body weight. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 164, p. 56-63, 2015.

EAGLY, A. H.; CHAIKEN, S. The psychology of attitudes. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, 1993. ISBN 0155000977.

FRASER, D. et al. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, v. 6, n. 3, p. 187-205, Aug 1997.

GONYOU, H. W.; HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L. Effects of frequent interactions with humans on growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 16, n. 3, p. 269-278, 1986/11/01/ 1986.

GRANDIN, T.; SHIVLEY, C. How farm animals react and perceive stressful situations such as handling, restraint, and transport. *Animals*, v. 5, n. 4, p. 409, 2015.

GREGORY, N. G.; GRANDIN, T. *Animal welfare and meat science*. CABI Pub., 1998. ISBN 085199296X.

HEMSWORTH, P.; BARNETT, J.; HANSEN, C. The influence of handling by humans on the behavior, growth, and corticosteroids in the juvenile female pig. *Hormones and Behavior*, v. 15, n. 4, p. 396-403, 1981.

HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L. The effects of early contact with humans on the subsequent level of fear of humans in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 35, n. 1, p. 83-90, 1992/10/01/ 1992.

HEMSWORTH, P. H. et al. A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 23, n. 4, p. 301-314, 1989/07/01/ 1989.

HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L.; HANSEN, C. The influence of handling by humans on the behaviour, reproduction and corticosteroids of male and female pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 15, n. 4, p. 303-314, 1986/07/01/ 1986a.

\_\_\_\_\_. The influence of inconsistent handling by humans on the behaviour, growth and corticosteroids of young pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 17, n. 3, p. 245-252, 1987/06/01/ 1987.

HEMSWORTH, P. H. et al. The influence of early contact with humans on subsequent behavioural response of pigs to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 15, n. 1, p. 55-63, 1986/04/01/ 1986b.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. *Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. 2. Oxfordshire, UK: CABI Publishing 2012. 176 ISBN 978-0851991955.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. J. *Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. Wallingford, UK: CAB International, 1998.

HEMSWORTH, P. H. et al. Stimulus generalization: the inability of pigs to discriminate between humans on the basis of their previous handling experience. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 40, n. 2, p. 129-142, 1994/05/01/ 1994.

HEMSWORTH, P. H. et al. A note on the relationship between the behavioural response of lactating sows to humans and the survival of their piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 65, n. 1, p. 43-52, 1999/09/01/ 1999.

HEMSWORTH, P. H.; PRICE, E. O.; BORGWARDT, R. Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 50, n. 1, p. 43-56, 1996/10/01/ 1996.

HÖTZEL, M. J. et al. Stress and recognition of humans in weanling piglets. *Biotemas*, v. 20, n. 4, p. 91-98, // 2007.

HÖTZEL, M. J. et al. Knowledge and attitudes of official inspectors at slaughterhouses in southern Brazil regarding animal welfare. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, 2018.

KOBA, Y.; TANIDA, H. How do miniature pigs discriminate between people? The effect of exchanging cues between a non-handler and their familiar handler on discrimination. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 61, n. 3, p. 239-252, 1999/01/18/ 1999.

LENSINK, B. J. et al. The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare, and growth of calves and on quality of veal meat. *Journal of Animal Science*, v. 78, n. 5, p. 1219-1226, May 2000.

MCLEMAN, M. A. et al. Social discrimination of familiar conspecifics by juvenile pigs, *Sus scrofa*: Development of a non-invasive method to study the transmission of unimodal and bimodal cues between live stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 115, n. 3, p. 123-137, 2008/12/31/ 2008.

MERLOT, E.; QUESNEL, H.; PRUNIER, A. Prenatal stress, immunity and neonatal health in farm animal species. *animal*, v. 7, n. 12, p. 2016-2025, 2013.

MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. *THE BIOLOGY OF ANIMAL STRESS: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. NY: CABI Publishing, 2000.

MUNS, R.; RAULT, J.-L.; HEMSWORTH, P. Positive human contact on the first day of life alters the piglet's behavioural response to humans and husbandry practices. *Physiology & Behavior*, v. 151, p. 162-167, 11/1/ 2015.

NAWROTH, C. et al. Farm animal cognition—linking behavior, welfare and ethics. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 6, n. 24, 2019-February-12 2019.

OTTEN, W. et al. Repeated administrations of adrenocorticotrophic hormone during gestation in gilts: Effects on growth, behaviour and immune responses of their piglets. *Livestock Science*, v. 106, n. 2, p. 261-270, 2007/02/01/ 2007.

PAJOR, E. A.; RUSHEN, J.; DE PASSILLE, A. M. B. Aversion learning techniques to evaluate dairy cattle handling practices. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 69, n. 2, p. 89-102, Sep 2000.

\_\_\_\_\_. Dairy cattle's choice of handling treatments in a Y-maze. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 80, n. 2, p. 93-107, Feb 2 2003.

PEARCE, G. P.; PATERSON, A. M.; PEARCE, A. N. The influence of pleasant and unpleasant handling and the provision of toys on the growth and behaviour of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 23, n. 1, p. 27-37, 1989/05/01/ 1989.

PRICE, E. O. Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 65, n. 3, p. 245-271, Dec 1999.

SINCLAIR, K. D. et al. Epigenetics and developmental programming of welfare and production traits in farm animals. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 28, n. 10, p. 1443-1478, 2016.

SOMMAVILLA, R. Interação humano-animal na produção de suínos. 2015. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos Área do Conhecimento Qualidade e Produtividade Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

SOMMAVILLA, R.; HÖTZEL, M. J.; DALLA COSTA, O. A. Piglets' weaning behavioural response is influenced by quality of human-animal interactions during suckling. *Animal*, v. 5, n. 9, p. 1426-1431, Sep 2011.

SOMMAVILLA, R. et al. Ninety one-days-old piglets recognize and remember a previous aversive handler. *Livestock Science*, v. 194, p. 7-9, 2017.

TALLET, C. et al. Pig-human interactions: Creating a positive perception of humans to ensure pig welfare. In: ŠPINKA, M. (Ed.). *Advances in Pig Welfare*: Woodhead Publishing, 2018. cap. 13, p.381-398. ISBN 978-0-08-101012-9.

TANIDA, H. et al. Behavioral response to humans in individually handled weanling pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 42, n. 4, p. 249-259, 1995/03/01/ 1995.

TANIDA, H.; NAGANO, Y. The ability of miniature pigs to discriminate between a stranger and their familiar handler. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 56, n. 2, p. 149-159, 1998/03/01/ 1998.

VON KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. The ticking clock: Addressing farm animal welfare in emerging countries. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics*, v. 28, n. 1, p. 179-195, Feb 2015.

YUNES, M. C.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. Brazilian citizens' opinions and attitudes about farm animal production systems. *Animals*, v. 7, n. 10, p. 75, 2017.

ZIMBARDO, P. G.; EBBESEN, E. B. *Influência em atitudes e modificação de comportamento*. São Paulo: Edgard Blucher, USP, 1973. 163.

ZUPAN, M. et al. Promoting positive states: the effect of early human handling on play and exploratory behaviour in pigs. *Animal*, v. 10, n. 1, p. 135-141, 2015.



# CAPÍTULO 5 – A VISÃO DO CONSUMIDOR SOBRE BEM-ESTAR ANIMAL

**Autora:** CIOCCA, J.R.P\*; RUEDA, P.M.; GURGEL, D.; CRUZ, D.M.P

**contato:** joseciocca@worlanimalprotection.org.br

## 5.1. INTRODUÇÃO

O bem-estar animal é um assunto relevante e cada vez mais comum entre bilhões de consumidores ao redor do mundo, porém ainda novo no cenário da pecuária brasileira e de países emergentes, principalmente quando comparamos com países europeus como a Inglaterra, que tem uma tradição de mais de 60 anos trabalhando com os conceitos dessa ciência no campo. Desta forma, nestes países há mais informação e por conseguinte melhor conscientização dentro de toda a cadeia produtiva.

Nos países em desenvolvimento a falta de informação a respeito do tema não se aplica apenas aos consumidores, mas também por aqueles que direta ou indiretamente estão envolvidos com a produção animal. Esse cenário é prejudicial à ciência do bem-estar, pois ações simples que poderiam ser aplicáveis a nível de campo não são executadas pela simples falta de informação e conscientização.

Essa falta de entendimento sobre o tema, leva à definições equivocadas, tais como, as que definem o bem-estar como um tema amplo e subjetivo e não como uma ciência que pode ser medida de forma objetiva. A falta de informação e erro julgamental sobre o bem-estar como ciência, dificulta sua aplicabilidade levando a um erro castro de subjetividade.

## 5.2. PESQUISAS DE MERCADO

No Brasil, estes erros conceituais a respeito do tema são observados tanto em técnicos que trabalham diretamente com os animais, bem como na população em geral. Bonamigo et al., (2012) e Barcelos et al. (2011) argumentam que o conhecimento do cidadão brasileiro leigo em relação aos sistemas de produção animal é baixo. Corroborando que o tema deve e pode ser muito explorado no Brasil e em outros países em desenvolvimento.

A falta de informação dentro das cadeias pecuárias a respeito do tema vai na contramão da sociedade civil. Observa-se, cada vez mais, o aumento da preocupação da sociedade sobre os impactos de seus hábitos de consumo, particularmente no setor de alimentos. Se, por um lado, a produção industrial intensiva cresce globalmente, por outro, as preocupações éticas com o bem-estar dos animais usados nesses sistemas também são cada vez mais prevalentes.

Esta informação pode ser observada no relatório de 2015 do Hartmann Group, "Transparência 2015: Estabelecendo Confiança com os Consumidores", em que quase metade dos consumidores declarou que gostaria de ter mais informações sobre como os animais são tratados na cadeia de produção. Essas preocupações são ecoadas por quase todas as outras pesquisas de mercado sobre tendências de consumo dos últimos anos. De acordo com o 2014 *Food Issues Trend Tracker*, mais de dois em cada três consumidores

dizem que o bem-estar animal é um fator significativo em suas decisões de compra.

Neste mesmo caminho o *Innova Market Insight* de 2017, relata que a demanda dos consumidores por transparência na produção de alimentos foi incorporada a toda a cadeia de suprimentos. Da mesma forma, a *Whole Foods Market* mostrou em seu relatório de 2018 que o interesse pelo bem-estar animal é uma das principais tendências no setor de alimentos. Esta é também a principal conclusão de uma pesquisa realizada pela Mintel, que mostra que 74% dos consumidores apontam o bem-estar-estar animal entre os principais fatores que tornam uma marca ética.

### 5.3. O CONSUMIDOR LATINO-AMERICANO

Inspirado nestas informações dos países desenvolvidos, foi realizado, em 2016, na América Latina um estudo conjunto pela World Animal Protection e Ipsos Public Affairs, que teve como objetivo compreender, entre outros aspectos, as atitudes do consumidor brasileiro e de alguns países: Colômbia, Chile, México, em relação aos seus hábitos alimentares, questionando quais destes estão relacionados diretamente a sua cultura, quanto esse consumidor conhece a origem da carne que consome, e qual é a importância do bem-estar animal na sua tomada de decisão.

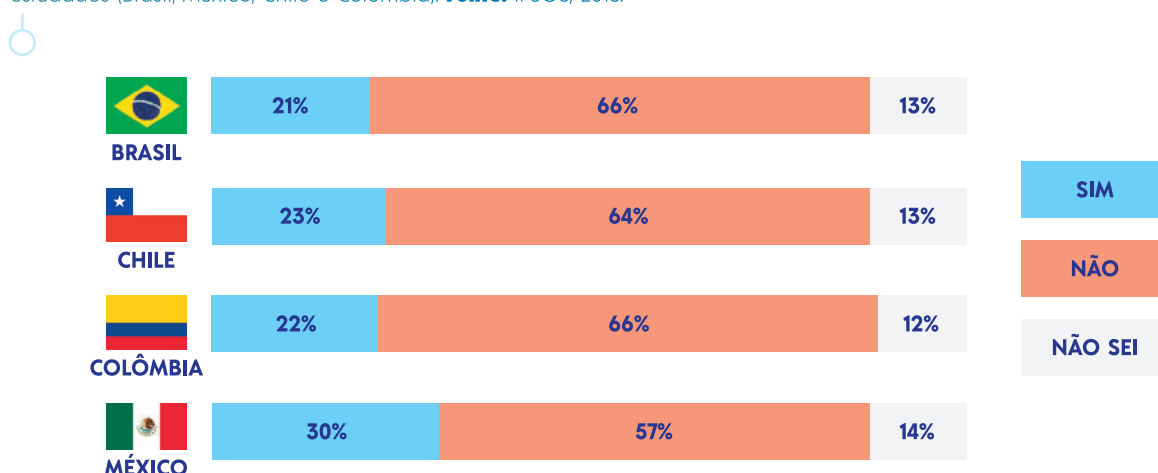
Para o levantamento mencionado sobre preocupações acerca do consumo de carne no Brasil, foram entrevistadas mil pessoas por meio de um questionário fechado (perguntas com opções fixas de resposta). Essa amostra de entrevistados foi composta por homens (51%) e por mulheres (49%), de todas as regiões do país, distribuídos em cinco faixas etárias - 18-24 anos (20% da amostra), 25-34 anos (30%), 35-44 (20%), 45-54 (20%) e mais de 55 anos (10%) - e composta por três classes socioeconômicas: A (5% do total), B (41%) e C (54%), demonstrando assim a randomização da amostra.

Os dados dessa pesquisa nacional são comparáveis às pesquisas realizadas no Chile, na Colômbia e no México, onde 500 pessoas, em cada país, foram consultadas, também por meio de questionário eletrônico fechado, acerca de seus hábitos de consumo de carne. Isso significa que a mesma pesquisa foi aplicada em um total de 2.500 pessoas nos quatro países latinoamericanos mencionados.

No Brasil, a amostra foi complementada com 1.200 entrevistas presenciais realizadas em áreas urbanas de 72 municípios brasileiros, com amostra probabilística. Isso garante a representatividade nacional da pesquisa e margem de erro de 3% para cima e para baixo.

Os resultados da pesquisa *online* mostraram que dois em cada três brasileiros declaram desconhecer a forma como se cria os animais, cuja carne eles consomem (66% dos respondentes). A taxa é semelhante a dos demais países latino-americanos, variando de 57% dos entrevistados revelando desconhecer o modo de criação dos animais no México, 64% com a mesma resposta no Chile e 66% dos respondentes na Colômbia. Enquanto que na pesquisa *offline*, 76% dos brasileiros declararam desconhecer a forma de criação dos animais de fazenda (ver **Gráfico 1** a seguir).

**Gráfico 1.** Porcentagem de pessoas que declaram não ter conhecimento sobre a forma de criação dos animais nos países estudados (Brasil, México, Chile e Colômbia). **Fonte:** IPSOS, 2016.



Mesmo que, que a maioria dos brasileiros desconhecem a forma de criação dos animais, 64% dos entrevistados *online* já ouviram falar sobre bem-estar de animais de produção, sendo que 75% destes são da classe A. Na pesquisa presencial, apenas 28% dos entrevistados ouviram falar sobre o tema. Este resultado demonstra claramente que a informação sobre o tema chega ao consumidor por meio da internet. O que pode ou não colaborar com a conscientização, visto que, a qualidade da informação levada ao consumidor pode ser questionável e enviesada em muitas situações. Outro fato que chama a atenção é que as classes mais altas têm maior conhecimento sobre o tema, muito provavelmente, pelo acesso à informação, sendo este um desafio para o futuro: como fazer com que a informação correta chegue a todos os estratos sociais?

Há de se levantar um detalhe, a falta de conhecimento não significa que a população não tenha preocupações ou atitudes negativas em relação às práticas e sistemas atuais de produção animal. Por exemplo, brasileiros urbanos estão preocupados com a qualidade dos alimentos e veem aditivos alimentares, hormônios e pesticidas como perigos (HÖTZEL, et al., 2017; KHER, et al., 2013; BEHRENS, et al., 2010). Da mesma forma, têm atitudes negativas em relação a alimentos geneticamente modificados, com base em percepções de risco e falta de naturalidade (GUIVANT, et al., 2015; RIBEIRO, et al., 2016). Este medo da falta de naturalidade dos produtos podem levar a confundimentos importantes, tais como, o crescimento acelerado em frangos linkado ao uso de hormônios. Para pessoas que lidam com a produção é fato que este crescimento é devido à seleção genética exacerbada (focado apenas em produtividade) e não ao uso de hormônios, porém, este é um mito falso espalhado entre a sociedade e corroborado pela falta de conhecimento.

A criação desses mitos se dá pelo fato de os brasileiros não terem conhecimento de como os animais são criados, isso decorre do distanciamento da área produtiva em relação aos grandes centros urbanos (área de consumo), causada pela crescente urbanização e que contribuiu para que os consumidores se tornassem alienados em relação ao modelo de produção industrial intensivo, mantendo uma visão bucólica sobre a produção animal (MACIEL, 2009). Muitos ainda acreditam que os animais são criados livres, em sistemas extensivos e não em sistemas de produção industriais intensivos (pós II Guerra Mundial) pois se deparam com rótulos de produtos com imagens de animais felizes e vivendo em verdes campos.

A falta de contato com a realidade e consciência sobre o tema, faz com que exista menos questionamento por parte dos consumidores para com a indústria, quando comparado



aos países mais desenvolvidos no assunto. Essa diferença é em decorrência da melhor conscientização dos consumidores. Talvez esta possa ser uma estratégia da indústria para vedar os questionamentos, porém ao mesmo tempo, a falta de informação abre brechas para a disseminação de conceitos errôneos sobre a ciência do bem-estar. Por conseguinte manipulação da informação por grupos que não tem de fato a ideologia de levar a informação para os consumidores para que eles possam decidir sobre seus hábitos de consumo.

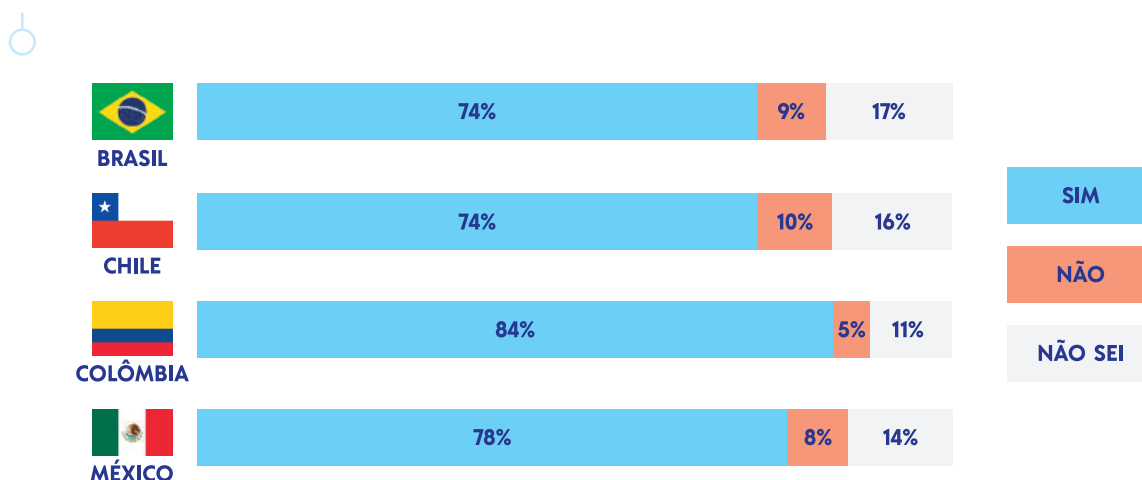
Considerando que o nível de informação a respeito do tema é tão importante na tomada de decisão e com a preocupação da qualidade e veracidade da informação recebida pelo público consumidor a respeito do bem-estar, talvez seja o momento de a cadeia pecuária dar publicidade às boas ações para conscientizar seu público, demonstrando a possibilidade de produzir produtos com altos níveis de bem-estar prezando pela ética desde o nascimento até o abate do animal.

O padrão de informação dos brasileiros não é diferente da dos chilenos, segundo Schnettler et al. (2009). Nesse país, as diferenças socioeconômicas entre os participantes em termos de idade, educação e gênero afetam sua percepção de bem-estar em sistemas de produção de laticínios e, consequentemente, também afeta o comportamento de consumo.

Nos países em desenvolvimento, esta alteração no consumo, pode não ser na totalidade pela preocupação direta com os animais, mas sim pela qualidade em si. Essa informação pode ser interpretada a partir da afirmação de que 91% dos brasileiros consultados *online* declaram que animais produzidos em um sistema de bem-estar produzem uma carne de melhor qualidade. Essa porcentagem foi menor na entrevista *offline* (64%). Os índices dessa resposta são igualmente altos no Chile (82%), na Colômbia (94%) e no México (94%); (PESQUISA IPSOS / WORLD ANIMAL PROTECTION "Percepção do Consumidor sobre o bem-estar animal - Brasil, Chile, Colômbia e México", 2016).

Estes mesmos entrevistados também declararam acreditar que o sistema de produção que se preocupa com o bem-estar animal é mais sustentável, ou seja, tem menor impacto ambiental. Essa foi a resposta de 74% dos brasileiros e dos chilenos consultados na pesquisa. No México, o índice foi de 78% e na Colômbia, 84%. Isso demonstra a complexidade do tema bem-estar e como ele pode ser visto dentro do tripé da sustentabilidade. Veja o **Gráfico 2** a seguir com o resultado da pesquisa:

**Gráfico 2.** Porcentagem de número de pessoas em cada país que acreditam que o bem-estar animal está relacionado com o conceito de sustentabilidade (menor impacto ambiental) **Fonte:** IPSOS, 2016.



Nos Estados Unidos o bem-estar animal é um quesito importante para alguns consumidores, ficando na terceira posição, logo após qualidade e sabor. Este estudo avaliou a preferência por atributos de carne suína nos EUA e relatou que os fatores determinantes na escolha do produto incluíam a demografia do consumidor, propriedade de animais de estimação e fontes de informação sobre bem-estar. Porém os consumidores norte-americanos não tinham uma fonte primária de informações sobre bem-estar animal, mas tinham uma fonte de informações sobre animais. Há de se pensar na fonte de informações já que as informações de bem-estar foram consideradas determinantes com uma estimativa de coeficiente positiva para cada um dos seguintes atributos: bem-estar animal, impactos ambientais, suínos criados localmente ou carne suína processada localmente (CUMMINS et al. 2016).

Igualmente nos países em desenvolvimento, a importância dos consumidores para o bem-estar dos animais foi prevista por sexo, idade, fonte para informações de bem-estar animal (CUMMINS et al. 2016).

Ao mesmo tempo, que os brasileiros entendem a importância da informação nos produtos, cerca de 70% dos entrevistados de todos os países da pesquisa na América Latina consideram que os produtos que possuem selo de produção com bem-estar animal sejam mais caros do que os produtos sem essa certificação. Este é um conceito arraigado, de que produtos com altos níveis de bem-estar são mais custosos e portanto nicho de mercado. Sabe-se que com o aumento deste tipo de produção e a disseminação destes produtos a tendência dos preços são de equiparidade, claro que isolando os custos de produção. Diferentes dos achados de (CUMMINS et al. 2016) os brasileiros, de maneira geral, não se preocupam pela região de produção ou tamanho da indústria.

Diferentemente do fator "marca", o bem-estar animal ainda não aparece como variável de grande relevância para a escolha e consumos dos produtos pelos latino-americanos. Maior importância é dada para os atributos: qualidade, aparência, textura, preço, validade e marca. No Brasil, o atributo "preço" ganha mais importância que nos demais países latino-americanos pesquisados (PESQUISA IPSOS / WORLD ANIMAL PROTECTION "Percepção do Consumidor sobre o bem-estar animal - Brasil, Chile, Colômbia e México", 2016).

Sobre a intenção de compra de produtos com o selo do bem-estar animal, um pouco mais da metade nessa pesquisa pagaria por produtos com selo, o que é representativo, em contrapartida uma parcela menor, porém representativa, não tem intenção em mudar os hábitos de consumo.

Quando pensa-se no bem-estar dentro de um modelo de negócios, ele é um atributo de credibilidade para qualquer cadeia de produção. A percepção de credibilidade na fonte de informação é um fator crucial para melhorar a confiança dos consumidores. Observa-se que apesar da importância mencionada no selo de produção com bem-estar animal, que poderia ser decisivo no momento da compra da carne, de acordo com a maioria dos entrevistados *online*, apenas metade dos brasileiros consultados declara ler os rótulos dos produtos. Mais: 32% dos brasileiros entrevistados não acham que as informações dos rótulos sejam completas, claras ou visíveis e 49% acham que é difícil ou muito difícil acreditar nas informações contidas nos rótulos – o que significa que quase metade dos brasileiros não acredita nos rótulos dos produtos. A diferença foi ainda maior nos respondentes presenciais: 69% não têm costume de ler o rótulo dos produtos (PESQUISA IPSOS / WORLD ANIMAL PROTECTION "Percepção do Consumidor sobre o bem-estar animal - Brasil, Chile, Colômbia e México", 2016).

Diferentemente dos países latinos, nos países europeus, as políticas de comunicação das empresas visam o aumento das relações de confiança ao longo da cadeia alimentar, e para com os produtos que cumprem os padrões de bem-estar animal reivindicados pelos

consumidores. Isso significa que as empresas precisam entender como criar um sistema de monitoramento de bem-estar que elimine qualquer dúvida sobre o mesmo nas várias etapas da produção, desde os processadores até supermercados, possibilitando assim que os sistemas de rastreabilidade verifiquem como os animais são tratados durante toda sua vida e abate. Uma alternativa que surge neste sentido são as certificações de terceira parte que atestam exatamente este fluxo de informação na cadeia.

Segundo Webster (2001), o respeito pelos animais dentro da cadeia alimentar é considerado, no contexto de uma matriz ética, o respeito de acordo com os princípios de bem-estar, autonomia e justiça para com os consumidores, animais de produção, produtores e meio ambiente ratifica a preocupação da rastreabilidade nos países europeus.

Isso corrobora a ideia de que os indivíduos envolvidos na produção de animais para consumo humano têm uma enorme responsabilidade ética em garantir que esses animais sejam alojados, produzidos, transportados e abatidos de maneira humanitária. Além disso, o agronegócio necessitará mostrar a seus clientes e consumidores que o bem-estar dos animais de produção é uma questão importante e necessária. Neste sentido, o bem-estar dos animais deve ser considerado pela indústria como parte integrante de um conceito de sustentabilidade. Segundo Moustsen (2018), o bem-estar não pode ser considerado um item sozinho na produção pecuária. Ele está intimamente conectado com o meio ambiente – tanto localmente (água subterrânea, entre outros), quanto globalmente (por exemplo, pegada de carbono) – e com a saúde humana e as questões sociais.

Em 2018, produtores de suínos do Conselho Dinamarquês de Agricultura e Alimentação decidiram que o alojamento de matrizes suínas em lactação livres de gaiola é o futuro e a indústria se concentrará no desenvolvimento de sistemas que sejam competitivos em um mercado global e ainda assim aceitáveis pela sociedade e pelos consumidores (MOUSTSEN, 2018).

Voltando ao conceito de sustentabilidade, segundo Broom et al. (2013), quando se pensa em um sistema produtivo a questão principal é sua sustentabilidade. Um sistema ou procedimento é sustentável se for aceitável no momento e se os seus efeitos serão aceitáveis no futuro, em particular em relação a respeitar a disponibilidade de recursos, consequências do funcionamento e moralidade da ação no meio ambiente. Para Broom et al. (2013), embora diante de desafios as pessoas tendem a pensar no curto prazo, deve-se nessas situações pensar a longo prazo.

Existem várias razões possíveis pelas quais um sistema pode não ser sustentável: porque gaste todos os recursos e estes ficarão indisponíveis ou porque um produto ou resíduo do sistema se acumule em um grau que impeça o seu funcionamento. Em cada um desses casos, o efeito mais precoce que torna o sistema insustentável é aquele que colide com os valores sociais, de forma a considerá-lo eticamente inaceitável. Neste sentido, a responsabilidade do agricultor é providenciar um nível elevado de bem-estar por meio de boas práticas de manejo. Um caminho promissor para encorajar e atender a essa demanda dos consumidores é por meio de controle de qualidade realizado por auditoria independente (WEBSTER, 2001)

## 5.4. O CONSUMIDOR EUROPEU

Na Europa a preocupação com o bem-estar animal é mais antiga e consolidada que nos países latino americanos. Um estudo baseado em dados do EUROBAROMETER para criar modelos matemáticos capazes de identificar fatores determinantes no comportamento dos consumidores identificou resultados semelhantes em quase todos os modelos estudados:

o acesso à informação foi determinantemente mais forte, seguido da responsabilidade percebida dos consumidores e da educação sobre o tema (TOMA, et al. 2012). Mais uma vez, observa-se a influência do nível de informação dos indivíduos para sua decisão de compra.

Segundo Martelli (2009), a percepção e o conhecimento dos consumidores sobre o bem-estar dos animais variam entre os países europeus e são afetados principalmente por seu nível econômico e educacional. Para os europeus, entre os atributos de bem-estar animal, uma forte preferência é a questão do espaço ocupado pelo animal. As espécies cujas condições de criação na União Europeia são consideradas as que necessitam de maior melhoria são as galinhas poedeiras (44%), seguidas pelos frangos (42%) e pelos suínos (28%) – para os brasileiros entrevistados pela pesquisa IPSOS, os suínos são os animais cujas condições de criação necessitam de maior melhoria, seguido pelos frangos e galinhas poedeiras.

Um outro pedido muito claro dos consumidores diz respeito a identificar produtos "amigos dos animais" nas prateleiras, ou seja, a disponibilidade de produtos com altos níveis de bem-estar. Além disso, o estudo avaliou a intenção dos consumidores em pagar mais por um maior nível de bem-estar animal. Em geral, e com profundas diferenças entre os países, os resultados indicam que a maioria dos consumidores (57%) está disposta a pagar mais por ovos provenientes de sistemas "amigos dos animais", no entanto, o aumento do preço tem extensão limitada (5-10%).

Na América Latina, o resultado ainda é distante daquela constatada na Europa. Apenas 38% dos brasileiros pagariam mais por produtos que fossem certificados em bem-estar animal, enquanto que a maioria (54%), compraria apenas se o valor fosse igual ao das carnes sem certificação. A Colômbia nesse sentido se destacou, pois, metade dos consumidores (51%) pagariam a mais para carnes com selo de bem-estar animal (PESQUISA IPSOS / WORLD ANIMAL PROTECTION "Percepção do Consumidor sobre o bem-estar animal – Brasil, Chile, Colômbia e México", 2016).

Além do preço, outro atributo relacionado ao bem-estar é a segurança dos alimentos. Segundo Quintili & Grifoni (2004), é clara a ligação entre segurança dos alimentos e bem-estar dos animais. Após várias crises sanitárias como a dioxina na carne de frango ou a encefalopatia espongiforme bovina, os consumidores Europeus estão mais preocupados com a sanidade dos produtos. Eles sabem identificar que animais em ambientes inóspitos de criação têm mais controle da higiene. Por outro lado reconhecem a "senciência" dos animais e sabem que eles são capazes de sofrer e que este tipo de ambiente causa imunossupressão por estresse. Isso demonstra a importância do conhecimento do tema pelos consumidores para compreensão do ponto de balanço entre saúde e bem-estar animal.

Todos os atributos relacionados ao bem-estar dos animais são analisados de forma consciente ou inconscientemente no momento da compra. Na Europa é muito clara a divisão de três principais segmentos de consumidores, o primeiro deles é o menor segmento de mercado. São consumidores conscientes que escolhem os produtos alimentícios de acordo com seu impacto ambiental, biodiversidade e padrões acima da legislação em termos de bem-estar. Eles são mais numerosos nas áreas ricas da Europa e jovens profissionais urbanos (INGENBLEEK et al. 2013).

O segundo segmento é relativamente grande e vê o bem-estar animal como uma questão que deve ser resolvida pelos varejistas e outros atores da cadeia de suprimento de alimentos. Eles geralmente compram os produtos tradicionais, mas podem ficar incomodados quando surgem escândalos de que regulamentos de bem-estar animal são violados na cadeia ou quando esses regulamentos ficam aquém de suas expectativas. Este grupo é relativamente homogêneo em toda a Europa, pelo menos nas áreas onde as principais cadeias internacionais de supermercados dominam o mercado de alimentos.

Finalmente, parece existir um grupo que pode estar disposto a pagar mais pelo bem-estar animal, mas que não iria tão longe quanto os consumidores conscientes, dispostos a pagar por produtos orgânicos na maior parte do tempo. Este terceiro grupo mostra a maior variação em toda a Europa. Consiste em pessoas que podem estar dispostas a escolher deliberadamente produtos "amigos dos animais" com padrões acima dos legais, bem como consumidores que seguem suas marcas favoritas e supermercados em sua decisão de atualizar a diversificação para níveis mais altos de bem-estar animal (INGENBLEEK et al., 2013).

A segmentação de público na Europa definido por Ingenbleek et al. (2013) não parece divergir de outros países desenvolvidos e de alguns países da América Latina, claro com as ressalvas relativas às classes sociais existentes nos países em desenvolvimento.

Um estudo de Backer & Hudders (2015) divide a população em três segmentos: 1) pessoas que não consomem carne; 2) pessoas que consomem eventualmente carne e, 3) pessoas que consomem carne diariamente e avalia que o grupo mais crescente é aquele de pessoas que consomem carne eventualmente. Por não exibir comportamento consumidor ou moral igual ao primeiro ou ao terceiro, devem ser considerados como um grupo separado de consumidores, o qual as empresas devem estar atentas como um filão de mercado.

## 5.5. CONCLUSÃO

Com todas as ressalvas relacionadas às questões financeiras, um consumidor consciente e informado tem o poder em suas mãos para decidir o que é melhor para si, para sociedade e para dos animais. O bem-estar como ciência não tem volta e é uma engrenagem com força motriz e por conseguinte sem parada. Segundo os conceitos de sustentabilidade, uma atividade deve se aceitável do ponto de vista ético para ter sucesso a longo prazo. Neste cenário, a produção animal só será sustentável quando o bem-estar como ciência for a base de sustentação da cadeia, sendo claro e rastreável aos consumidores em todas as etapas da mesma. Assim sendo, a empresa que trilhar este caminho estará na vanguarda do sucesso frente aos consumidores.

## 5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKER, C. J. S., HUDDERS, L. (2015) Meat morals: relationship between meat consumption consumer attitudes towards human and animal welfare and moral behaviour. *Meat Science*. v.99. p 68-74.

BEHRENS, J.H.; BARCELLOS, M.N.; FREWER, L.J.; NUNES, T.P.; FRANCO, B.D.G.M.; DESTRO, M.T.; LANDGRAF, M. Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study. *Food Control* 2010, 21, 963-969.[CrossRef].

BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C.B.S.S.; MOLENTO, C.F.M. Broiler meat characteristics relevant to the consumer: Focus on animal welfare. *Braz. J. Anim. Sci.* 2012, 41, 1044-1050.

BROOM, D.M., GALINDO, F.A. AND MURGUEITIO, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proc. Roy.Soc. B.* 280, 2013.2025. doi: 10.1098/rspb.2013.2025.

CONE-COMMUNICATIONS. FOOD ISSUES TREND TRACKER. Cone Communications (2014). Available at: <http://www.conecomm.com/news-blog/2014-food-issues-trend-tracker>.

CUMMINS, A.M., WIDMAR, N.J.O., CRONEY, C.C. AND FULTON, J.R. (2016) Understanding Consumer Pork Attribute Preferences. *Theoretical Economics Letters*, 6, 166-177. <http://dx.doi.org/10.4236/tel.2016.62019>.

DE BARCELLOS, M.D.; KRYSTALLIS, A.; DE MELO SAAB, M.S.; KUEGLER, J.O.; GRUNERT, K.G. Investigating the gap between citizens' sustainability attitudes and food purchasing behaviour: Empirical evidence from Brazilian pork consumers. *Int. J. Consum. Stud.* 2011, 35, 391-402.

GIOVANNA MARTELLI (2009) Consumers' perception of farm animal welfare: an Italian and European perspective, *Italian Journal of Animal Science*, 8:sup1, 31-41, DOI: 10.4081/ijas.2009.s1.31.

GUIVANT, J.S.; MACNAGHTEN, P. An analysis of the gm crop debate in Brazil. In *Governing Agricultural Sustainability: Global Lessons from GM Crops*; Macnaghten, P., Susana, C.R., Eds.; Routledge: London, UK, 2015;pp. 74-104.

HARTMAN GROUP. TRANSPARENCY 2015: Establishing Trust with Consumers. (2016). Disponível em: <http://store.hartman-group.com/sustainability-2015-transparency/> Acessado em 28 de janeiro de 2019.

HÖTZEL, M.J.; ROSLINDO, A.; CARDOSO, C.S.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Citizens' views on the practices of zero-grazing and cow-calf separation in the dairy industry: Does providing information increase acceptability? *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 4150-4160. [CrossRef] [PubMed].

INGENBLEEK, P. T. M., HARVEY, D. LLIESKI, V., IMMINK, V. M., et al. The European Market for Animal-Friendly Products in a Societal Context. *Animals (Basel)*. v. 3, p. 808-829. doi: 10.3390/ani3030808

INNOVA MARKET INSIGHT (2017) Disponível em: [http://www.enfasis.com/Presentaciones/FTSMX/2017/Summit\\_Food\\_Tech/FRIDA\\_KAHLO-TOP\\_TEN\\_TRENDS-LU\\_ANN\\_WILLIAMS.pdf](http://www.enfasis.com/Presentaciones/FTSMX/2017/Summit_Food_Tech/FRIDA_KAHLO-TOP_TEN_TRENDS-LU_ANN_WILLIAMS.pdf).

KHER, S.V.; DE JONGE, J.; WENTHOLT, M.T.A.; DELIZA, R.; DE ANDRADE, J.C.; CNOSSEN, H.J.; LUIJCKX, N.B.L.; FREWER, L.J. Consumer perceptions of risks of chemical and microbiological contaminants associated with food chains: A cross-national study. *Int. J. Consum. Stud.* 2013, 37, 73-83. [CrossRef].

MACIEL, C.T. Bem-Estar animal: desafios sociais de um termo em construção. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de pós-graduação em sociologia política. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92414/267321.pdf?sequence=1>

MINTEL. GLOBAL FOOD AND DRINK TRENDS. (2017). Disponível em: <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/74-of-consumers-list-animal-welfare-among-the-top-factors-which-make-a-food-brand-ethical>.

MOUSTSEN, V. A. Loose lactation for sows – fantastic and frustrating. (2018) Expert opinion – Pigprogress. Disponível em: < <https://www.pigprogress.net/Sows/Articles/2018/6/Loose-lactation-for-sows--fantastic-and-frustrating-292322E/> > Acessado em: 18 de dezembro de 2018.

PESQUISA IPSOS / WORLD ANIMAL PROTECTION "Percepção do Consumidor sobre o bem-estar animal – Brasil, Chile, Colômbia e México", 2016

QUINTINI R, GRIFONI G. Global conference on animal welfare an OIE initiative 2004, página 94, consumers concerned for animal welfare: from psychosis to awareness. Disponível em: <<http://www.oie.int/doc/ged/D706.PDF>>. Acessado em 18 de dezembro de 2018.

RIBEIRO, T.G.; BARONE, B.; BEHRENS, J.H. Genetically modified foods and their social representation. *Food Res. Int.* 2016, 84, 120-127. [CrossRef].

SCHNETTLER, B., VIDAL, R., SILVA, A., VALLEJOS, L., SEPÚLVEDA, N. (2009) Consumer willingness to pay for beef meat in a developing country: The effect of information regarding country of origin, price and animal handling prior to slaughter. *Food Quality and Preference* 20, 156-165.

TOMA, L. A., REVOREDO, S. C. KUPIEDC-TEAHAN, G., B., (2012) Consumers and animal welfare. A comparison between European Union countries. *Appetite*, v. 58, p-597-607.

WEBSTER, A. J. F. (2001) Farm Animal Welfare: The Five Freedoms and the Free Market. *The Veterinary Journal*. v.161. p 229-237.

WFMN. WHOLE FOODS MARKET REVEALS TOP FOOD TRENDS FOR 2018 – WHOLE FOODS MARKET NEWSROOM. (2017). Available at: <http://media.wholefoodsmarket.com/news/whole-foods-market-reveals-top-food-trends-for-2018>.





# CAPÍTULO 6 – SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

**Autores:** LEMME, C.F.\* e MAURO, P.A.

**Contato:** celso@coppead.ufrj.br

## 6.1. INTRODUÇÃO

Com tantas tarefas e responsabilidades no dia-a-dia profissional e pessoal, talvez o leitor esteja se perguntando se deveria dedicar tempo a ler mais um capítulo de um livro. Vamos, inicialmente, mostrar algumas ideias sobre sustentabilidade que podem merecer seu tempo e sua atenção. Em seguida, apresentaremos os resultados de uma aplicação concreta dessas ideias na criação de suínos. Ao final, caso você decida seguir com a leitura, gostaríamos de saber, por meio do email fornecido acima, se valeu a pena. Críticas e sugestões serão muito bem-vindas.

Ao longo da história da humanidade, grandes mudanças começaram com ideias que nasceram na cabeça de alguém. No início, podem ter parecido estranhas ou mesmo absurdas, mas depois se mostraram viáveis e, em seguida, fundamentais para o progresso.

A dificuldade dos modelos de negócios tradicionais em lidar com o esgotamento dos recursos naturais e a degradação social traz oportunidades estratégicas para empresas, cidadãos e governos relacionadas à inovação em produtos, serviços, processos e mercados (ZIMMERMANN et al., 2017). O suposto conflito entre objetivos econômicos, ambientais e sociais reflete uma visão distorcida da realidade. Nenhuma sociedade sobrevive e prospera sem eficiência econômica, equilíbrio ambiental e justiça social. Os três devem andar juntos, como bases para a prosperidade e o bem-estar das diversas formas de vida, guiando nossos passos ao longo do caminho. Este entendimento forma a essência do conceito de sustentabilidade corporativa.

A adoção de novos princípios, tecnologias e processos pode trazer vantagens competitivas de longo prazo. O efeito multiplicador de um padrão de gestão sustentável no conjunto de fornecedores de uma empresa dissemina as inovações ao longo das cadeias produtivas. Desenvolver projetos pioneiros é uma boa prática, para que se possa errar, acertar e aprender com eles, ganhando senso crítico e motivação para seguir adiante. Pequenos passos iniciais, que levem ao objetivo final e possam ser visualizados e monitorados, aumentam a chance de sucesso das inovações.

Uma empresa pública ou privada que pretenda ser inovadora deve ter mais medo de não tentar do que de errar. A busca da perfeição sempre será um objetivo importante, mas nunca deve servir de pretexto para a inércia, com o uso do argumento de que "não vou fazer porque ainda não sei bem". Quem não faz porque não sabe, não saberá porque não faz, pois só sabemos realmente aquilo que fazemos. Sustentabilidade e inovação são irmãos inseparáveis, com contribuições recíprocas e orientações permanentes para o desenvolvimento empresarial e social.

Decorrência dessas ideias foi a disseminação do conceito de *Triple Bottom Line* - TBL (ELKINGTON, 1997). A partir da expressão *bottom line*, utilizada há muito tempo por profissionais de finanças para designar o resultado líquido de uma empresa ou projeto, TBL passou a indicar a interação entre os resultados econômicos, ambientais e sociais na

mensuração do desempenho. O conceito de TBL ressalta que a sustentação dos resultados das empresas no longo prazo depende da conservação e desenvolvimento das diversas formas de capital (financeiro ou industrial, natural e social).

Importante destacar que a utilização da abordagem da sustentabilidade nas empresas requer avaliação do capital natural e social, consideração das externalidades, precificação de bens e serviços ambientais usualmente considerados gratuitos e avaliação do ciclo de vida dos produtos, ou seja, custos e benefícios nas fases de produção, consumo e descarte. A análise de cadeias de valor pode ser um bom caminho para essa abordagem (CHOQUINARD et al., 2011).

Ainda hoje, a percepção de muitos produtores é a de que inovações relevantes e seus custos levarão à falência os que a elas se dedicarem. Algo semelhante parece acontecer com gestores públicos e privados, quando olham para as inovações inspiradas nos princípios de sustentabilidade. Percebem as inovações como geradoras de custos e problemas adicionais, portanto nocivas às organizações, considerando que a incorporação de questões ambientais e sociais às estratégias e operações trará desvantagens competitivas aos que as adotarem, colocando em risco a sua sobrevivência. Um olhar histórico, porém, nos diz que foram à falência não os que seguiram as inovações, mas os que preferiram ignorá-las.

Talvez eles tenham se esquecido de considerar os riscos inerentes à estratégia de "não fazer nada", que pode levar à obsolescência e decadência as empresas públicas e privadas. Ainda hoje, podem não perceber as oportunidades de desenvolver novos produtos, serviços, processos e modelos de negócios sustentáveis, capazes de influenciar na liderança das próximas décadas (LEMME, 2017).

A suinocultura pode ser um bom espaço para inovações que levem à liderança empresarial, como será exemplificado na segunda parte deste capítulo, por meio de um estudo de caso de gestão coletiva que envolve avanços tecnológicos e sociais, com resultados financeiros.

O setor de alimentos de origem animal está associado a um dos principais desafios da humanidade, sendo campo fértil para inovações baseadas nos princípios da sustentabilidade. Observe na **Figura 1** a seguir a capa da edição de 7 de março de 2015 da conceituada revista internacional de economia e negócios *"The Economist"*. A matéria da capa aborda o desenvolvimento de proteína animal em laboratório, com potencial para substituir, total ou parcialmente, a que obtemos atualmente criando animais. Isto pode gerar novos processos e modelos de negócios, afetando produtores, investidores, consumidores e reguladores.

**Figura 1.** Inovações no setor de alimentos



Produtores que se anteciparem às tendências regulatórias e de mercado poderão ter vantagens competitivas, liderando mudanças em toda a cadeia produtiva. Padrões superiores aos previstos na regulação vigente podem influenciar os concorrentes e o setor produtivo, contribuindo para a definição de novas regras e leis.

Importante lembrar o papel fundamental da ética no pilar social da sustentabilidade. Os princípios e valores morais que movem as pessoas não são de fácil tratamento científico, mas têm lugar de honra na vida dos países, empresas e cidadãos, orientando todas as decisões. Em última análise, corpos sem almas têm pouco valor. Os princípios de bem-estar animal, já abordados em outro capítulo, têm a ética no tratamento dos animais como uma de suas inspirações.

Há algum tempo, revistas acadêmicas internacionais nas áreas de agronegócio, alimentação, comportamento do consumidor e economia ambiental estudam o tratamento dos animais nos sistemas de produção, incluindo a atitude dos consumidores (CARLSSON et al., 2007; HUSTVEDT et al., 2008; NAPOLITANO et al., 2010; NAALD, CAMERON, 2011). Assim, uma preocupação da sociedade pode passar a influenciar decisões empresariais e suas consequências financeiras, aproximando produtores, consumidores e investidores. Esta visão do consumo ético ou consumo sustentável afeta as cadeias de produção e consumo, orientando conceitos como *"voting with the dollars"*, *"voting with the forks"* (BRAY; ANKENY, 2017), *"fork to farm"* e *"farm to table"*.

Questões éticas referentes ao tratamento dos animais começaram a ocupar espaço nos meios de comunicação brasileiros há alguns anos (ROMANINI, 2010). Pesquisas com consumidores brasileiros indicaram preocupação e rejeição em relação aos sistemas de produção que não dão tratamento digno aos animais, sugerindo preferência e disposição a pagar por produtos originados de sistemas com padrões mais elevados de bem-estar animal (SOUZA et al., 2013). Vale a pena ler o capítulo deste livro "A Visão do Consumidor sobre Bem-Estar Animal".

Riscos e oportunidades empresariais associados aos padrões de bem-estar animal foram examinados em pesquisas publicadas em revistas acadêmicas da área de negócios (HOAG; LEMME, 2018). Na área de sistemas de produção limpa, métodos de análise multicritério foram aplicados para avaliar o grau de sustentabilidade de diferentes sistemas de criação de animais para alimentação (CASTELLINI et al., 2012).

No caso específico da suinocultura, artigo publicado em revista internacional da área de economia ambiental avaliou a disposição de consumidores a pagar mais por carne suína obtida em processo que não utiliza gaiolas de gestação (NORWOOD; LUSK, 2011). Um livro detalhado e abrangente sobre bem-estar dos suínos nas diversas fases do manejo, abordando questões éticas, legais, tecnológicas e econômicas foi publicado por Dias, Silva e Manteca (2014), com um capítulo específico sobre a relação entre bem-estar animal e lucratividade.

Páginas na internet voltados para questões ambientais estão abrindo espaço para a crescente preocupação com a forma como os animais são tratados na produção de alimentos e para a busca de formas mais sustentáveis de alimentar a humanidade, como exemplificado na matéria do site *One Green Planet*, de 21/09/17, ilustrada na **Figura 2** a seguir.

**Figura 2.** Preocupações com o tratamento dos animais nos sistemas de produção



Colocar em prática novos conceitos pode parecer difícil ou complexo à primeira vista. No caso da suinocultura, os produtores podem considerar que, diante de tantas incertezas, não vale a pena investir em sistemas produtivos mais adequados aos novos padrões ambientais, sociais e tecnológicos. O maior receio costuma ser o de que as ideias apresentadas em livros, cursos e palestras se traduzam em prejuízos financeiros quando colocadas em prática.

Sistemas de produção devem ser economicamente rentáveis, ecologicamente consistentes e socialmente aceitáveis (CASTELLINI et al., 2012). Na hierarquia das questões sociais, o BEA (Bem-Estar Animal) tem recebido importância crescente (NAPOLITANO et al., 2010), tornando-se um dos temas mais debatidos na produção animal (NORWOOD; LUSK, 2011), com aumento do interesse pela chamada produção ética de alimentos (BRAY; ANKENY, 2017). Assim, o BEA foi escolhido como base para o estudo de caso deste capítulo.

Para estimular inovações sustentáveis na criação de suínos, o restante deste capítulo apresenta um estudo que mediu os resultados financeiros de uma inovação realizada em uma granja de suínos. O estudo foi inspirado na abordagem "*fork to farm*" ("da mesa ao campo", ou "do consumidor ao produtor"), que aproxima as preocupações com alimentação, saúde e bem-estar. Essa abordagem está associada à estratégia de estabelecer padrões de avaliação do bem-estar dos animais de produção, voltada para o alcance de uma agropecuária sustentável.

A inovação examinada no estudo, que vem ganhando espaço na suinocultura, foi a gestação em baias coletivas, com melhoria do bem-estar das matrizes, adoção de novas tecnologias e qualificação da mão-de-obra. Embora a ideia pareça atraente à primeira vista, sugerindo um sistema produtivo mais alinhado com os princípios da sustentabilidade, fica sempre para os produtores uma pergunta importante: o resultado financeiro da mudança é positivo?

O próximo item deste capítulo apresenta os principais resultados do estudo para que o leitor possa tirar as suas próprias conclusões.

## 6.2. AVALIAÇÃO FINANCEIRA COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE GESTAÇÃO EM GAIOLAS E DE BAIAS COLETIVAS: UM ESTUDO DE CASO

### 6.2.1. Método utilizado

Este estudo foi desenvolvido como dissertação de mestrado em administração do COPPEAD/UFRJ (MAURO, 2015), em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), Instituto Federal de Brasília, World Animal Protection e Fazenda Miunça, de propriedade do Sr. Rubens Valentini, localizada na região de Planaltina, Distrito Federal. Parte dos resultados foi divulgada por Lemme, Mauro e Ribas (2015) e Dias (2016, p.65).

O trabalho teve como objetivo propor uma abordagem para a avaliação da sustentabilidade na suinocultura, com destaque para os aspectos sociais e financeiros. Para aplicar a abordagem proposta, realizou-se um estudo de caso comparando dois métodos de criação: gestação em gaiolas e baias coletivas. Embora o estudo não tenha dado ênfase ao aspecto ambiental, concentrando-se mais nas questões sociais e financeiras do *Triple Bottom Line*, apresentou um resumo de itens relevantes para avaliação do impacto ambiental na suinocultura, que pode ser visto no **Quadro 1** a seguir.

**Quadro 1.** Resumo de itens relevantes para avaliação do impacto ambiental na suinocultura.

| Itens Ambientais Relevantes | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Água (uso)                  | O uso de água na criação de suínos ocorre majoritariamente por três motivos: consumo de água pelos animais, lavagem e desinfecção dos galpões e tratamento dos dejetos de forma líquida.                                                                                                                                                                                                                           |
| Energia (uso)               | A energia consumida na criação de suínos pode advir da eletricidade ou de combustíveis fósseis. O consumo de energia elétrica acontece principalmente nos equipamentos utilizados, como lavadoras, escamoteadores e refrigeradores de ambiente. Por sua vez, os combustíveis fósseis são majoritariamente consumidos no transporte dos animais, mas também podem alimentar equipamentos como escamoteadores a gás. |
| Terra (uso)                 | O uso da terra se refere à área ocupada para criação dos suínos e tratamento dos dejetos. Cabe neste item, também, a alteração da paisagem natural, que envolve possíveis desmatamentos e alterações no local, com impactos no ecossistema local.                                                                                                                                                                  |
| Água (contaminação)         | A contaminação de corpos d'água próximos ao local de suinocultura pode ocorrer pelo vazamento de efluentes contaminados, pelo descarte incorreto de resíduos sólidos ou até mesmo pela aplicação errada de fertilizantes derivados do estrume.                                                                                                                                                                     |

A partir deste quadro, podemos examinar os níveis de adequação ambiental de diferentes sistemas de produção na suinocultura. Da mesma forma, o trabalho apresentou uma síntese dos principais itens de relevância social para análise de sustentabilidade na suinocultura. No Quadro 2 a seguir esses itens estão separados de acordo com a sua área de influência mais relevante, sejam as comunidades ao redor do local de produção (marcados com C) ou o público interno das próprias granjas (marcados com G).

**Quadro 2.** Principais itens de relevância social para análise da sustentabilidade na suinocultura.

| Itens de Relevância Social                                 | Descrição                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [C1] Percepção da comunidade sobre as granjas              | Associado à percepção das comunidades ao redor se as granjas são vistas como um benefício ou problema local.                                                                                            |
| [C2] Emissão de odores                                     | Os odores gerados pelas criações de suínos podem se propagar e atingir as comunidades do entorno, gerando incômodo.                                                                                     |
| [C3] Investimento em inovação                              | Referente ao investimento em inovação nas granjas, seja em inovações tecnológicas, de manejo ou de gestão.                                                                                              |
| [C4] Enriquecimento do trabalho no campo                   | O enriquecimento do trabalho é relativo ao aumento da complexidade das funções, que podem ganhar maior responsabilidade e necessitar de requisitos técnicos mais elevados para preenchimento das vagas. |
| [C5] Geração de emprego, renda e retenção nas áreas rurais | Relacionado à oferta de empregos, aos níveis salariais e a intenção de permanecer no emprego e no campo dos trabalhadores da suinocultura.                                                              |
| [G1] Relação afetiva com os animais e estresse             | Percepção dos empregados sobre os animais e sobre o trabalho com eles.                                                                                                                                  |
| [G2] Treinamento e desenvolvimento de pessoas              | Referente aos treinamentos e capacitações necessários para realização do manejo ou que propiciem um entendimento mais amplo dos trabalhadores sobre a suinocultura.                                     |
| [G3] Eficiência no manejo                                  | Facilidade no manejo dos animais no sistema de produção utilizado.                                                                                                                                      |
| [G4] Desgaste físico                                       | Esforço físico necessário para realização do trabalho, não considerando lesões ou doenças decorrentes do trabalho.                                                                                      |
| [G5] Saúde e segurança do trabalhador                      | Acidentes e doenças decorrentes do trabalho, como lesões por esforço repetitivo e doenças respiratórias pela exposição a gases.                                                                         |
| [G6] Satisfação e engajamento no trabalho                  | Grau de engajamento dos empregados com o trabalho e perspectivas de crescimento.                                                                                                                        |
| [G7] Imagem do setor                                       | Relacionado aos impactos que as críticas à suinocultura podem ter sobre seus trabalhadores, em termos de percepção sobre os animais, satisfação e engajamento.                                          |

O estudo dedicou maior atenção à avaliação financeira, iniciando com uma revisão dos métodos para avaliação financeira de empresas e projetos, com suas especificidades e aplicações. Para os interessados no assunto, uma boa visão pode ser encontrada em Koller et al. (2010) ou Martelanc et al. (2010).

Foi escolhido o método do FCD (Fluxo de Caixa Descontado), com abordagem pelo Valor-Presente Ajustado e cálculos do VPL (Valor-Presente Líquido), TIR (Taxa Interna de Retorno) e *Payback* das alternativas. Vale o alerta de Martelanc et al. (2010) de que, apesar dos métodos de avaliação serem essencialmente quantitativos, o processo envolve aspectos subjetivos por meio das premissas de cálculo, que são baseadas na visão dos avaliadores sobre o comportamento futuro das variáveis mais relevantes.

Escolhido o método, foram definidos os seguintes aspectos:

- a) itens de receita, custos e despesas componentes do fluxo de caixa livre (*free cash flow*);
- b) tratamento para a inflação;
- c) grau de alavancagem financeira;
- d) horizonte temporal de projeção;
- e) taxas de desconto (custo de capital);
- f) análises de sensibilidade para as variáveis mais relevantes.

O **Quadro 3** a seguir apresenta a estrutura detalhada do modelo de fluxo de caixa, elaborado em moeda constante e considerando perpetuidade sem crescimento ( $g = 0$ ).

**Quadro 3.** Estrutura do modelo de fluxo de caixa utilizado para comparação das granjas de suinocultura.

|                                        |                                                  |                                                |                                                     |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Receita Bruta</b>                   | (-) Folha de Pagamento de Suporte                | (-) Imposto de Renda / Contribuição Social     | <b>Capital de Giro Líquido</b>                      |
| (+) Venda de leitões para terminação   | (-) Uniformes e EPIs                             | <b>(=) Lucro Operacional Após o IR (NOPAT)</b> | (-) Estoque de Ração                                |
| (+) Venda de reprodutores (as)         | (-) Benefícios                                   | <b>(-) Investimentos</b>                       | (-) Estoque de Medicamentos e Vacinas               |
| (+) Venda de suínos descartados        | <b>Utilidades</b>                                | <b>Animais de Produção</b>                     | (-) Estoque de Tags de Identificação dos Animais    |
| (-) ICMS sobre receita                 | (-) Água                                         | (-) Matrizes                                   | (-) Estoque de Materiais para Cobertura             |
| <b>(=) Receita Líquida</b>             | (-) Energia Elétrica                             | (-) Cachaços                                   | (-) Estoque de Materiais de Limpeza                 |
| <b>(-) Custos e Despesas</b>           | (-) GLP                                          | <b>Construção Civil</b>                        | (-) Estoque de Insumos para Tratamento de Dejetos   |
| <b>Itens de Consumo</b>                | (-) Comunicação                                  | (-) Terreno                                    | (-) Financiamento de clientes (contas a receber)    |
| (-) Ração                              | (-) Veículos                                     | (-) Construção Civil da Operação               | (+) Financiamento por fornecedores (contas a pagar) |
| (-) Medicamentos e Vacinas             | (-) Equipamentos em Comodato                     | (-) Construção Civil de Serviços de Suporte    | (+) Depreciação                                     |
| (-) Tags de Identificação dos Animais  | Serviços Terceirizados                           | <b>Equipamentos</b>                            | <b>(-) Fluxo de Caixa Livre da Empresa</b>          |
| (-) Materiais para Cobertura           | (-) Serviços de veterinário                      | (-) Equipamentos de Alojamento dos Animais     |                                                     |
| (-) Materiais de Limpeza               | (-) Serviços de nutricionista                    | (-) Equipamentos para Alimentação              |                                                     |
| (-) Insumos para Tratamento de Dejetos | (-) Serviços de logística e frete                | (-) Equipamentos de Controle                   |                                                     |
| <b>Pessoal</b>                         | (-) Serviços de controle de qualidade das rações | (-) Outros Equipamentos de Operação e Serviços |                                                     |
| (-) Folha de Pagamento de Operação     | (-) Depreciação                                  | (-) Veículos                                   |                                                     |
|                                        | <b>(=) EBIT</b>                                  |                                                |                                                     |

A taxa de desconto (custo de capital) foi estimada através de três abordagens do modelo CAPM (*Capital Assets Pricing Model*), ficando em torno de 8%, com sugestão de um intervalo de 7% a 9% para a avaliação financeira de alternativas.



## 6.2.2. Principais resultados

No restante deste capítulo, o nome "Miunça" é usado para designar a criação com o uso de gaiolas em toda a gestação, enquanto a designação "ECO-BEA" se refere ao processo com os 40 dias iniciais da gestação em gaiola e o restante em baias coletivas.

Na dimensão social, a consolidação das análises indicou vantagem para a ECO-BEA em relação à Miunça, pois o modelo com maior bem-estar animal tem, também, maior investimento em tecnologia e inovação, gerando enriquecimento do trabalho no campo, redução do desgaste físico dos funcionários e melhoria da imagem do setor frente ao mercado e às organizações não governamentais. Há, contudo, menor geração de emprego, dado que a tecnologia torna o negócio menos intensivo em mão-de-obra, sem aumentos salariais relevantes. Como contrapartida, a redução das equipes gera um desenvolvimento mais acelerado e completo dos empregados, com maior investimento em treinamento.

Para a análise financeira, apesar de serem apenas duas unidades produtivas, Miunça e ECO-BEA, quatro cenários foram avaliados, dois considerando a situação real das granjas (AS IS) e dois realizando possíveis ajustes de modernização. A tentativa de avaliar dois cenários fictícios com modernização surgiu pelo fato de tanto a Granja Miunça quanto a Granja ECO-BEA não refletirem o melhor estágio técnico disponível no mercado no momento do estudo: Miunça por ser operada basicamente de forma manual e ECO-BEA por contar com parte da gestação ainda em gaiola, diante da tendência da soltura das leitoas em baias logo após a cobertura. Assim, simulou-se a existência de uma "Miunça Modernizada", com a implantação de sistemas automáticos de distribuição de ração, e de uma "ECO-BEA Cobre e Solta (CS)". Este último cenário só foi possível graças ao experimento conduzido pela Prof<sup>a</sup>. Júlia Eumira Neves, do Instituto Federal de Brasília, como parte de sua pesquisa de doutorado. Ela operou e registrou os índices de produtividade de diversos lotes de leitoas com soltura nas baias logo após a cobertura. O **Quadro 4** a seguir sintetiza as características dos cenários estudados:

**Quadro 4.** Cenários utilizados na avaliação financeira

| <b>Miunça</b>                                                                                             |                                                                                                                                                                        | <b>ECO-BEA</b>                                                                                                 |                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AS IS<br>Situação real                                                                                    | Modernizada com implantação dos sistemas de alimentação, reduzindo mão-de-obra                                                                                         | AS IS<br>Situação real                                                                                         | Cobre e Solta (CS) com todo o período da gestação em baias coletivas                                                      |
| • Receita com base nos índices médios de produtividade aferidos na Granja Miunça nos anos de 2012 e 2013. | • Receita com base nos índices médios de produtividade aferidos na Granja Miunça nos anos de 2012 e 2013.                                                              | • Receita com base nos índices médios de produtividade aferidos na Granja ECO-BEA nos anos de 2012 e 2013.     | • Receita com base nos índices de produtividade dos lotes utilizados no experimento de "Cobre e Solta".                   |
| • Investimento em granja similar; distribuição manual de ração em todos os galpões.                       | • Investimento incluindo implantação de sistema automatizado de distribuição de ração.<br>• Redução dos custos pela redução na mão- de-obra para alimentar os animais. | • Investimento em granja similar, com gaiolas para 40 dias de gestação e baias coletivas no restante do tempo. | • Investimento considerando gaiolas apenas para cobertura e aumentando o número de baias para todo o período de gestação. |

Para todos os cenários foi considerada a possibilidade de financiamento pelo BNDES, através do programa INOVAGRO. Os principais resultados financeiros encontram-se na **Tabela 1** a seguir:

**Tabela 1.** Avaliação financeira dos cenários (i = 8%)

| <b>Avaliação Financeira</b>                 | <b>Miunça AS IS</b> | <b>Miunça Modernizada</b> | <b>ECO-BEA AS IS</b> | <b>ECO-BEA CS</b> |
|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|
| VPL sem Endividamento                       | R\$ 1.001.224       | R\$ 963.811               | R\$ 2.004.281        | R\$ 2.514.782     |
| TIR sem Endividamento                       | 9,2%                | 9,1%                      | 11,2%                | 11,9%             |
| <i>Payback</i> Simples sem Endividamento    | 11,8 anos           | 11,9 anos                 | 9,9 anos             | 9,4 anos          |
| <i>Payback</i> Descontado sem Endividamento | 23,3 anos           | 24,2 anos                 | 15,8 anos            | 14,2 anos         |

Como é fácil observar, as alternativas com gestação coletiva apresentam os melhores resultados financeiros, tanto em relação ao valor-presente líquido e taxa interna de retorno, ambos maiores, como ao tempo de recuperação do capital investido (*payback*), que é menor. Assim, as alternativas que mais atendem aos conceitos de sustentabilidade, discutidos no início do capítulo, também se mostraram mais atrativas em termos econômicos, na linha do *Triple Bottom Line*.

A **Tabela 2** a seguir ajuda a entender melhor o resultado, mostrando que as alternativas com gestação coletiva requerem investimento inicial maior, mas são mais eficientes em termos de receitas e custos ao longo do tempo, gerando melhor desempenho financeiro e compensando o investimento adicional necessário para aumentar o bem-estar animal. Cabe destacar a alternativa de gestação coletiva com "Cobre e Solta", com o maior nível de bem-estar, que se mostrou a mais atrativa de todas em termos financeiros.

**Tabela 2.** Alguns indicadores financeiros dos quatro cenários.

| <b>Indicadores Financeiros</b>                              | <b>Miunça AS IS</b> | <b>Miunça Modernizada</b> | <b>ECO-BEA AS IS</b> | <b>ECO-BEA CS</b> |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|
| Número de Matrizes                                          | 2150                | 2150                      | 1280                 | 1280              |
| Receita Bruta / matriz                                      | R\$ 2.886           | R\$ 2.886                 | R\$ 3.363            | R\$ 3.428         |
| EBIT / matriz                                               | R\$ 926             | R\$ 955                   | R\$ 1.177            | R\$ 1.237         |
| Custo e Despesa com MOD / matriz                            | R\$ 378             | R\$ 333                   | R\$ 261              | R\$ 261           |
| Investimento / matriz (excluindo o investimento no plantel) | R\$ 2.170           | R\$ 2.403                 | R\$ 2.996            | R\$ 3.062         |
| Fluxo de caixa livre em estabilidade/matriz                 | R\$ 286             | R\$ 305                   | R\$ 453              | R\$ 492           |

Podemos notar que o melhor desempenho financeiro da granja ECO-BEA frente à Miunça (nos casos reais e simulados) ocorre por uma combinação de dois fatores: índices de produtividade dos animais superiores, o que se reflete na receita bruta por matriz; menor peso da mão-de-obra direta sobre a receita, pelo maior número de matrizes por empregado, mesmo em comparação com a Miunça Modernizada.

## 6.3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Se você conseguiu ler o capítulo até aqui, pode estar se perguntando: quais são as principais conclusões e observações para os interessados na suinocultura? Vamos tentar responder, lembrando que o mais importante é que cada leitor faça as suas próprias observações.

A primeira conclusão é que vale a pena considerar a adoção de modelos de produção mais adequados aos princípios de sustentabilidade, combinando aspectos ambientais, sociais e financeiros. O caso específico discutido no capítulo indica que o sistema de gestação coletiva, com melhor tratamento dos animais, apresenta resultados financeiros encorajadores quando comparado com a tradicional gestação em gaiolas. Apesar do maior investimento inicial, a recuperação do capital investido ocorre mais rapidamente e a taxa de retorno sobre o investimento é superior.

Isso significa que vale a pena para os produtores avaliar essa alternativa em suas propriedades, considerando particularidades como região geográfica, tamanho da granja, qualificação da mão-de-obra e posicionamento de mercado. Boas oportunidades podem ser perdidas pelos que não se dedicarem a avaliar alternativas com maior grau de sustentabilidade.

Vimos, também, que não houve um "pedágio financeiro" para a transição para o sistema mais sustentável. Ao contrário, tudo indica que a passagem pode ser feita com melhores resultados, associando ganhos no presente com redução de riscos futuros.

No Brasil, frigoríficos e redes de *fast food* já perceberam a tendência de migração dos sistemas de produção de alimentos de origem animal para alternativas mais sustentáveis, conjugando aspectos ambientais, sociais e econômicos. No caso da suinocultura, observamos um movimento de eliminação das gaiolas de gestação, dando lugar à criação em baias coletivas, com solicitação às granjas de que apresentem planos de adequação. Assim, a pergunta a ser respondida não é mais se baias coletivas e modelos sustentáveis vão vigorar na criação de suínos, mas quais são os melhores caminhos para fazer a transição.

Um desafio a ser considerado é o financiamento da transição. No exemplo da suinocultura abordado neste capítulo, o maior investimento inicial em tecnologia para o sistema de baias coletivas requer acesso a financiamentos, principalmente de bancos de desenvolvimento, trazendo uma questão importante para os suinocultores e suas associações de classe: como encaminhar solicitações de financiamento mais adequadas?

A primeira resposta é que não devem ser utilizadas justificativas baseadas apenas na necessidade dos produtores individuais financiarem as novas tecnologias, como as estações de alimentação nas baias coletivas. É importante levar aos bancos de desenvolvimento a mensagem de que os sistemas de produção mais sustentáveis representam uma oportunidade para estimular no Brasil, ao mesmo tempo, diversos aspectos:

- Mercados de produtos orientados pelo consumo ético ou consumo consciente, em expansão também em países mais desenvolvidos;
- Inovação tecnológica, impulsionando o setor de bens de capital (equipamentos) e qualificando a mão-de-obra, além de aumentar a produtividade;
- Retenção no campo de um contingente de jovens que desejam atuar profissionalmente em ambiente de inovação e trabalho qualificado, evitando migração para as cidades;
- Desenvolvimento de fornecedores e de toda a cadeia produtiva.

Assim, ficará mais fácil para os bancos avaliarem as solicitações de financiamento, entendendo que as consequências positivas se refletem em diversos aspectos do desenvolvimento socioeconômico do país.

Adicionalmente, essa abordagem pode facilitar o acesso a investidores, trazendo para a suinocultura uma fonte de capital ainda pouco explorada. Vale lembrar que sistemas mais sustentáveis têm obtido acesso a capital por meio de instrumentos inovadores, como Green Bonds. Um sinal dessas novas oportunidades foi a inclusão, a partir de 2018, de critérios de bem-estar animal na avaliação das empresas candidatas à inclusão no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Bolsa de Valores Brasileira (B3), que avalia as empresas pela sua adequação a padrões de sustentabilidade corporativa.

Valorizar o produtor rural é outro ponto crucial. Há muito tempo, famílias e gerações se dedicam a produzir alimentos no campo, com espírito empreendedor e tenacidade, frequentemente em condições adversas. Ninguém quer ser tratado como vilão, carregando a responsabilidade por processos incompatíveis com os valores e princípios da sustentabilidade. Para que as mudanças aconteçam com velocidade e consistência, as discussões devem envolver todos os participantes, com senso de justiça.

Uma figura central em todo o processo deve ser o profissional que trabalha no campo, com destaque para os que lidam diretamente com os animais. A oportunidade de aprender novas técnicas deve ser oferecida a este grande contingente de trabalhadores, para que possam ser multiplicadores das mudanças na base do sistema produtivo. Respeitar o conhecimento tradicional que carregam é um pré-requisito para que se possa estabelecer um diálogo construtivo sobre os novos métodos baseados em princípios de sustentabilidade, como os de bem-estar animal.

As empresas e produtores que se anteciparem às tendências regulatórias e de mercado poderão ter vantagens competitivas frente às demais e induzir mudanças em toda a cadeia de valor, de fornecedores a varejistas e consumidores. Padrões superiores aos previstos na regulação vigente podem influenciar os concorrentes e a cadeia produtiva, orientando o futuro da suinocultura. Sistemas mais sustentáveis, como os que consideram o bem-estar dos animais, poderão se tornar o padrão em futuro próximo, passando de diferencial competitivo para requisito básico de funcionamento.

Quem vai querer ficar para trás na corrida para o futuro?

## 6.4. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Maria Cecília Galli Lugnani, Monique Hussein Perin, Gisele Rosner Chouin, Mariana Mohr Lolis, Paulo Arthur Mauro, Thomas Michael Hoag e Andre-Luis Tournoux. Todos fizeram mestrado em administração no COPPEAD/UFRJ e dedicaram suas dissertações ao relacionamento entre sustentabilidade, gestão, tratamento dos animais e agronegócio. Seus estudos possibilitaram o surgimento de uma nova área de pesquisa na escola, da qual este capítulo é um dos frutos. Agradecimentos, também, aos eternos amigos Agnes, Angelina, Blessie, Bolinha, Brutus, Darko, Dobi, Gordinha, Griselda, Lassie, Liam, Líder, Madona, Milena, Murphy, Neguinho, Nick, Nicole, Ozzy, Pinga, Pingo, Princesa, Prisco, Rusti, Shanty, Sian, Simba, Tatame, Tyson, Vulkan, Whisky e Yanca. Quase todos já partiram, mas me ensinaram muito mais do que poderiam aprender comigo e, em especial, me ensinaram a respeitar todas as formas de vida.

## 6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAY, H.J.; ANKENY, R.A. Happy chickens lay tastier eggs: motivations for buying free-range eggs in Australia. *Anthrozoös*, v.30, n.2, p.213-226, 2017.
- CARLSSON, F.; FRYKBLOM, P.; LAGERKVIST, C.J. Consumer willingness to pay for farm animal welfare: mobile abattoirs versus transportation to slaughter. *European Review of Agricultural Economics*, v.34, n.3, p.321-344, 2007.
- CASTELLINI, C.; BOGGIA, A.; CORTINA, C.; DAL BOSCO, A.; PAOLOTTI, L.; NOVELLI, E.; MUGNAI, C. A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems. *Journal of Cleaner Production*, v.37, p. 192-201, 2012.
- CHOUINARD, Y.; ELLISON, J.; RIDGEWAY, R. The sustainable economy. *Harvard Business Review*, p.52-62, October 2011.
- DIAS, C.P.; SILVA, C.A.; MANTECA, X. Bem-estar dos suínos. Londrina, 2014.
- DIAS, C.P. Parte II-Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas. In: Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas. Diálogos Setoriais União Europeia Brasil, p.48-75, 2016
- ELKINGTON, J. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. Capstone Publishing Ltd, Oxford, 1997.
- HOAG, T.M.; LEMME, C.F. Animal-derived food industry: risk and opportunities due to farm animal welfare. *RAE-Revista de Administração de Empresas (Journal of Business Management)*, v.58, n.3, p.244-253, May-June 2008.
- HUSTVEDT, G.; PETERSON, H.H.; CHEN, Y. Labeling wool products for animal welfare and environmental impact. *International Journal of Consumer Studies*, v.32, p.427-437, 2008.
- KOLLER, T.; GOEDHART, M.; WESSELS, D. Valuation - Measuring and Managing the Value of Companies. New Jersey: John Wiley & Sons, 5th edition, 2010.
- LEMME, C.F.; MAURO, P.A.; RIBAS, J.C.R. Estudo de caso: comparação financeira de granjas de suinocultura com sistemas de gaiolas de gestação e de gestação coletiva. *World Animal Protection*, São Paulo, 2015.
- LEMME, C.F. Bem-estar animal e sustentabilidade corporativa: uma agenda para a liderança empresarial brasileira. In: Costa, M.J.R.P.; Sant'Anna, A.C. (org.) – Bem-estar animal como valor agregado nas cadeias produtivas das carnes, capítulo 1, pág. 4-11, Jaboticabal: Funep, 2016.
- LEMME, C.F. Sustentabilidade, inovação e liderança. In: Araujo, R.M.; Chueri, LOV. (org) – Pesquisa e inovação: visões e interseções, capítulo 12, pág. 243-265, Rio de Janeiro: PUBLIT Soluções Editoriais, 2017.
- MARTELANC, R.; PASIN, R.; PEREIRA, F. Avaliação de empresas: um guia para fusões e aquisições e private equity. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2010.
- MAURO, P.A. Finanças e sustentabilidade no agronegócio: comparação de granjas de suinocultura com diferentes níveis de bem-estar animal-gaiolas de gestação e baias coletivas. Instituto COPPEAD de Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado em administração, 2015. Disponível em [http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Paulo\\_Mauro.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Paulo_Mauro.pdf).
- NAALD, B.V.; CAMERON, T.A. Willingness to pay for other species' well-being. *Ecological Economics*, v.70, p. 1325-1335, 2011.
- NAPOLITANO, F.; GIROLAMI, A.; BRAGHIERI, A. Consumer liking and willingness to pay for high welfare animal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, v.21, p. 537-543, 2010.
- NORWOD, F.B.; LUSK, J.L. A calibrated auction-conjoint valuation method: valuing pork and eggs produced under differing animal welfare conditions. *Journal of Environmental Economics and Management*, v.62, p.80-94, 2011.

ROMANINI, C. Abaixo a crueldade humana – Revista Veja, 08/09/2010.

SOUZA, M.C.G.; CASOTTI, L.M.; LEMME, C.F. – Consumo consciente como determinante da sustentabilidade empresarial: respeitar os animais pode ser um bom negócio ? Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, v.6, p.861-877, maio de 2013.

ZIMMERMANN, A.; PROBST, G.; HERMANN, C.; FERREIRA, P. A contribuição da estratégia social para a vantagem competitiva. Harvard Business Review, fevereiro de 2017.





# CAPÍTULO 7 – A INFLUÊNCIA GENÉTICA SOBRE A SAÚDE E O BEM-ESTAR ANIMAL

**Autores:** KNAP, P.W.; BLOEMHOF, S.; NASCIMENTO, J.D.\*; IRANO, N.

**Contato:** donisete@agrocere.com

## 7.1. INTRODUÇÃO

A saúde e o bem-estar animal são características multifatoriais. Muitos dos elementos envolvidos estão sujeitos a algum tipo de controle genético. Os programas de melhoramento de suínos podem, portanto, trazer uma contribuição positiva para a saúde e o bem-estar animal. Para isso, é necessário: (1) o registro das características relevantes de suínos com pedigree conhecido em condições de produção comercial, (2) o adequado processamento estatístico desses dados para calcular os valores genéticos estimados e (3) a inclusão desses valores genéticos estimados nos objetivos de melhoramento e no índice de seleção.

Na prática, o fator limitante é normalmente composto pelo ponto (1) acima. "O registro das características relevantes de suínos com pedigree conhecido, em condições de produção comercial" geralmente é trabalhoso, custoso e deve ser feito corretamente: com volume suficiente de dados, com boa distribuição dos dados nas granjas, baias ou outros fatores ambientais, com distribuição balanceada dos suínos registrados em diferentes famílias de reprodutores e deve ser considerado como atividade rotineira, durante um longo período de tempo. Se isto não for feito corretamente, os valores genéticos estimados resultantes, muito provavelmente, não serão informativos e o melhoramento genético não irá ocorrer.

Considerando essas limitações, em muitos casos, talvez seja mais eficiente e eficaz alterar os fatores de manejo animal (tais como nutrição, alojamento e/ou os cuidados com saúde) do que procurar uma solução genética. Mas o melhoramento genético tem a grande vantagem de ser cumulativo ao longo do tempo. Então, se funcionar, pode até resolver todo o problema.

## 7.2. SAÚDE ANIMAL

Na produção animal, a saúde é influenciada por três características com base genética: (i) resistência a doenças, (ii) tolerância a doenças e (iii) infectividade (ver **Figura 1** a seguir). Animais completamente resistentes conseguem manter o ciclo de vida do patógeno sob controle: quando são infectados, conseguem impedir que o patógeno se multiplique, geralmente matando-o. Como resultado, não ficam doentes. Por outro lado, animais completamente tolerantes, quando são infectados, permitem que o patógeno se multiplique em seu corpo, mas não ficam doentes e seus níveis de desempenho não são afetados – de algum modo, eles "aprendem a viver" com o patógeno. A terceira característica, a infectividade, quantifica quantos animais de um grupo suscetível são infectados por um indivíduo infectado. Trata-se de um importante parâmetro de epidemiologia para o estudo e a previsão da transmissão da doença.

**Figura 1.** Os principais elementos genéticos (G), ambientais (E) e fenotípicos (P) que influenciam a relação entre potencial produtivo e saúde animal. **Fonte:** Modificado de Knap & Bishop (2000)



Alguns aspectos importantes dessas características: (1) na maioria dos casos, as características não são binárias (0 ou 1), mas sim contínuas: os animais são mais ou menos resistentes e mais ou menos tolerantes à maioria das doenças – mas há exceções; (2) os animais resistentes não precisam de tolerância e, os animais tolerantes, independem de resistência – portanto, se houver seleção para melhor desempenho em condições infecciosas, a resistência e a tolerância podem se tornar negativamente correlacionadas; (3) animais tolerantes não são afetados pelo patógeno, mas, ao mesmo tempo, não impedem a sua multiplicação – por isso, podem ser bastante infecciosos ("super-disseminadores") e podem manter a doença presente na população; (4) a resistência, e também a vacinação, criam uma pressão de seleção sobre o patógeno, que tende a evoluir em uma tentativa de neutralizá-la – como os micróbios conseguem evoluir muito mais rápido que os vertebrados, essa coevolução pode realmente neutralizar o aumento da resistência do hospedeiro; (5) o mesmo não ocorre para a tolerância.

Da combinação entre a resistência e a tolerância, surge a resiliência: "a capacidade de ser produtivo apesar da infecção" (STEAR et al., 2012), seja suprimindo o patógeno (resistência), "vivendo com ele" (tolerância) ou uma combinação de ambos – em termos práticos: o nível de desempenho produtivo em condições infecciosas sem o conhecimento quantitativo da carga do patógeno.

## 7.2.1. Seleção clássica

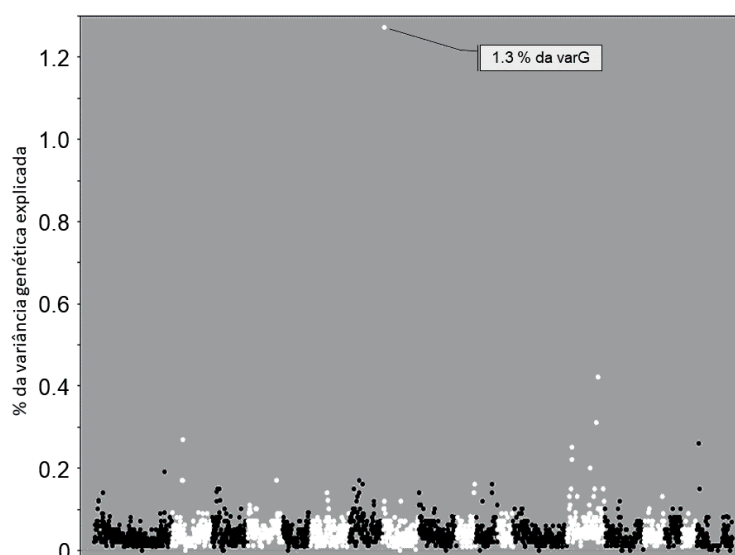
A mensuração das características resistência, tolerância e infectividade é muito difícil, pois só podem ser medidas em condições infecciosas. Portanto, para o melhoramento genético, essas medidas devem ser tomadas fora do núcleo genético devido à sua alta biossegurança e é provável que a tecnologia de predição genômica tenha um papel crucial. Das três características a serem medidas, a resistência é a de menor dificuldade:

identificar os animais infectados com o patógeno de interesse e, depois de um número fixo de dias após a infecção, medir a carga do patógeno no corpo desses animais em termos de viremia, titulação de anticorpos, concentração de citocinas, contagem de ovos nas fezes ou parâmetros semelhantes.

A resistência contra alguns patógenos específicos está basicamente sob o controle de apenas um gene no organismo do hospedeiro. Alguns exemplos incluem a *Escherichia coli* F18 e F4 em suínos (VÖGELI et al., 1997), *scrapie* em ovinos (HUNTER et al., 1994), vírus da Doença de Marek em aves (MAAS et al., 1981) e necrose pancreática infecciosa em salmão-do-Atlântico (MOEN, 2009; HOUSTON, 2010). Casos como esses podem ser explorados de modo relativamente fácil e, quando aplicada uma seleção adequada, pode levar a uma população quase completamente resistente em poucas gerações.

Entretanto, na maioria dos casos, a resistência é determinada por muitos genes, cada um com um pequeno efeito. Um bom exemplo em suínos está na Figura 2 a seguir (dados de KREIKEMEIER et al., 2015), o qual mostra os efeitos de 56.433 marcadores de DNA (SNPs, combinados em 2.587 segmentos cromossômicos de 1 milhão de nucleotídeos, mantendo em média 20 SNPs em cada segmento) na concentração da citocina TNF- $\alpha$  após infecção com o circovírus PCV2b, responsável por doenças como a PMWS. Os genótipos combinados desses SNPs explicam 74% da variância fenotípica da característica ou seja, uma herdabilidade muito alta. Porém, o segmento de maior variação genética explica somente 1,3%, e todos os outros estão bem abaixo de 0,5%.

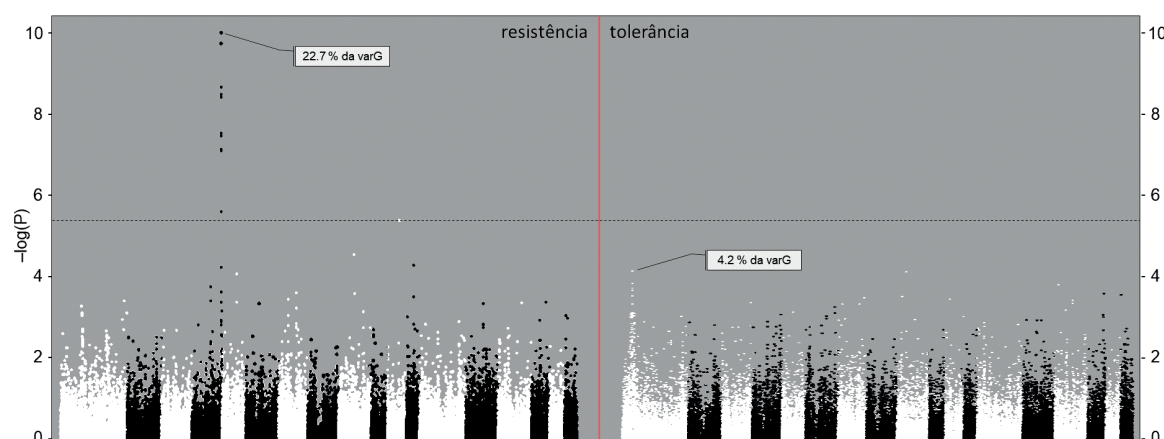
**Figura 2.** Associações de 56.433 marcadores de DNA (SNPs, combinados em 2.587 segmentos cromossômicos de 1 milhão de nucleotídeos, cada um com uma média de 20 SNPs) na concentração da citocina TNF- $\alpha$  em suínos, após infecção pelo circovírus PCV2b. Eixo horizontal: posição de cada segmento no genoma, os cromossomos estão codificados por cores. Eixo vertical: proporção da variância genética da característica explicada por cada segmento. Dados (não o gráfico em si) de Kreikemeier et al. (2015, Tabela S1); segmentos com associação zero não estão plotados.



Padrões poligênicos semelhantes foram encontrados para resistência contra o vírus da PRRS, mas Boddicker et al. (2014) detectaram um gene de efeito maior. Rashidi (2016) detectou o mesmo gene, na mesma população de suínos, e também avaliou os animais para tolerância a PRRS. Os resultados são mostrados na **Figura 3** a seguir: os marcadores do pico do cromossomo 4 (associados a genes que induzem citocinas) explicam 22,7%

da variância genética da resistência a PRRS e existem outros *loci* nos cromossomos 9 e 11 que se destacam dos demais. Por outro lado, a tolerância a PRRS demonstra um padrão bastante poligênico nessa população, com o marcador de maior influência explicando apenas 4,2% da variância genética e cada um dos demais explicando menos ainda.

**Figura 3.** Associações de 44.787 marcadores de DNA (SNPs) com resistência (esquerda: AUC14 = área sob a curva de viremia até 14 dias pós-infecção) e tolerância (direita: coeficiente de regressão de  $y$  = ganho médio diário até 28 dias pós-infecção, em  $x$  = AUC14) de suínos ao vírus da PRRS. Eixo horizontal: posição de cada SNP no genoma, os cromossomos estão codificados por cores. Eixo vertical:  $-\log(P)$  = -1 multiplicado pelo logaritmo do valor P de um teste de significância de todo o genoma para a associação de cada SNP (valores maiores representam uma significância maior). A linha de referência horizontal em  $-\log(P) = 5,41$  indica uma Taxa de Falsas Descobertas de 20 % para a característica resistência. Modificado de Rashidi (2016, Figuras 5.2 e 5.5).



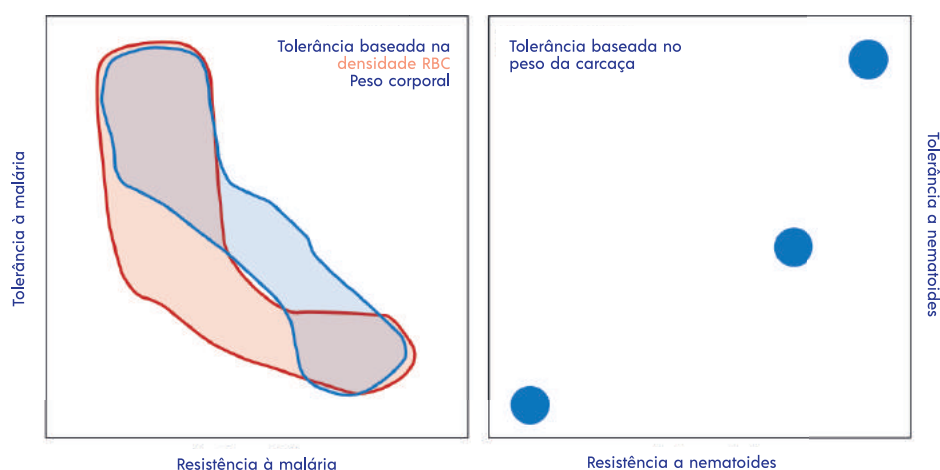
A tolerância é muito mais difícil de medir que a resistência. Ela é definida como uma "mudança no desempenho conforme muda a carga do patógeno" (BISHOP & WOOLLIAMS, 2014) e é, portanto, mais convenientemente quantificada como uma regressão linear do desempenho em função da carga do patógeno, dentro de animais individuais, o que seria extremamente difícil, ou de famílias, como grupos de progênie de reprodutores, o que demandaria muito trabalho, pois além da necessidade de cada família ser grande, seriam necessárias muitas famílias para obter as estatísticas corretamente.

Isso requer (i) pelo menos duas mensurações, com carga patogênica baixa e alta, (ii) quantificação da carga de patógenos a cada vez e (iii) ausência de confundimento entre a variável  $x$  e a variável  $y$  na regressão, controlando-se a relação entre o desempenho inicial do hospedeiro antes da infecção e a carga patogênica. Nos vários programas de melhoramento genético animal de rotina isso seria muito trabalhoso – a abordagem mais realista seria, então, por meio de predição genômica com renovação periódica da população base. Kause (2011) estudou os dados requeridos e os métodos estatísticos necessários para essa predição e concluiu que o tamanho da família e o fator de confundimento são elementos críticos. Veja abaixo mais informações sobre norma de reação, que se trata da mesma abordagem, mas com a carga patogênica como variável  $x$ .

Embora seja muito difícil utilizar a tolerância a doenças no melhoramento genético de suínos, essa característica é importante devido a possíveis antagonismos genéticos relacionados à resistência. Se essa correlação genética é negativa e a resistência é gradualmente melhorada pela seleção, a tolerância diminui gradualmente e, como resultado geral, a resiliência (ou seja, o desempenho produtivo em condições infecciosas, conforme

descrito acima) pode não melhorar ou mesmo piorar, particularmente se o patógeno estiver coevoluindo com sucesso para neutralizar a maior resistência. Como a tolerância é uma característica de difícil mensuração, geralmente a informação de que essa correlação seja negativa é desconhecida. A literatura fornece muito pouca informação sobre esse antagonismo. Um bom exemplo do nível de incerteza está na **Figura 4** a seguir, na qual a tolerância à malária e a nematelmintos mostram uma relação completamente contrária à resistência desses patógenos em cepas de camundongos de laboratório endogâmicos.

**Figura 4.** Tolerância (eixo vertical) em relação à resistência (eixo horizontal) à malária (esquerda: modificado de Råberg et al., 2007, Figura 3) e a um nematelminto (direita: dados de ATHANASIADOU et al., 2015) entre cepas de camundongos endogâmicos.



Anacleto et al. (2018) descrevem um complicado delineamento experimental que foi requerido para medir a infectividade do *Philasterides dicentrarchi* em peixes linguado do Atlântico. A conclusão mais importante desse estudo é que a infectividade é, de fato, uma característica herdável nessa espécie.

Tudo isso indica que, certamente, é possível produzir suínos com o objetivo específico de melhorar a resistência, tolerância e/ou infectividade, mas isso requer (i) grande volume de dados de difícil mensuração, (ii) processamento estatístico sofisticado desses dados e (iii) uma estratégia robusta que considere essas características possivelmente antagônicas nos objetivos de seleção. Nada fácil.

Uma alternativa muito mais fácil seria selecionar diretamente para uma maior resiliência, resultado da resistência e tolerância. Isso requer o registro de características de produção em condições infecciosas - mas não exige a quantificação da carga patogênica - e o uso desses dados para estimar o valor genético dos candidatos à seleção nas granjas núcleo. Devido à biossegurança dos núcleos genéticos, as mensurações devem ser feitas em granjas comerciais, em que os animais sejam parentes próximos dos suínos candidatos à seleção da granja núcleo. Mulder & Rashidi (2017) utilizaram uma simulação computacional para estudar como um programa de seleção para resiliência influencia as características subjacentes, resistência e tolerância e concluíram que o resultado é incerto e muito dependente da estrutura de correlação, conforme descrito acima.

Certamente muitos dos desafios ambientais nas condições comerciais não se devem somente à carga de infecção, mas também a fatores relativos à nutrição e ao alojamento. Assim, passamos gradualmente da resiliência para a robustez animal.

## 7.2.2. Edição do genoma

Uma forma totalmente diferente de abordar a melhoria da resistência ou tolerância a doenças é por meio da edição do genoma (PROUDFOOT & BURKARD, 2017). Um exemplo atualmente bastante popular é a resistência completa de suínos ao vírus da PRRS, que foi alcançada por meio da edição de um segmento específico do gene CD163 no cromossomo 5 dos suínos, de modo que esse gene seja completamente bloqueado (WHITWORTH et al., 2016) ou modificado em sua parte ativa (éxon 7), o qual sem a edição de genes, permitiria a replicação do vírus da PRRS dentro do suíno (BURKARD et al., 2017; YANG et al., 2018). Nesse caso, como a resistência é obtida em um único passo, os problemas relativos a um possível antagonismo com a tolerância não se aplicam aqui.

Uma questão importante é que a Figura 3 não mostra nenhum sinal significativo no cromossomo 5 – isso porque o gene CD163 de suínos não tem nenhuma variação de nucleotídeos ("polimorfismo", em Genética Molecular) que tenha qualquer relação com resistência a PRRS: nesse sentido, o gene é fixo. Estudos de GWAS (Associação Genômica Ampla), como os das Figuras 2 e 3, detectam a associação entre (i) as características de interesse – resistência ou tolerância a doenças, nesses casos e (ii) marcadores de DNA que têm, de fato, alelos diferentes na população animal, ou seja, que são polimórficos. Mas quando não existe polimorfismo, nenhuma associação pode ser encontrada e o gene relevante não será detectado. Nesses casos, precisamos de conhecimentos biológicos robustos sobre o processo de interesse: no caso da PRRS, conhecimentos sobre a proteína CD163 dos suínos e como o vírus da PRRS usa essa proteína em sua replicação (VAN BREEDAM et al., 2010) – e como isso pode ser mudado.

Para o setor de melhoramento animal, isso significa que esses conhecimentos precisam ser obtidos – nesse caso, por meio de virologistas e imunologistas. Isso é perfeitamente possível e viável, mas, para muitas empresas de melhoramento genético, trata-se de uma abordagem completamente nova, que requer conhecimentos específicos sobre fisiologia básica e como integrá-la à operação cotidiana de um programa de melhoramento. Mais uma vez, nada fácil.

## 7.3. BEM-ESTAR ANIMAL

Sistemas de produção intensiva podem levar a uma redução do bem-estar animal de três maneiras:

- Objetivos de seleção que não consideram um equilíbrio entre características de produção e de robustez animal tendem a causar restrições na adaptabilidade – principalmente em condições ambientais inadequadas para dar suporte ao melhor potencial de produção.
- Condições de manejo e alojamento intensivos protegem os animais de desafios climáticos, nutricionais, parasitários e predatórios, mas restringem demais a expressão do repertório comportamental instintivo dos animais ("privação", em Etologia). Essa privação leva à frustração, com problemas de bem-estar para os indivíduos afetados e, possivelmente, para os outros da mesma baia.
- Características indesejáveis dos animais são normalmente minimizadas por tratamentos invasivos de rotina, como debicagem nas aves, descorna em bovinos ou caudectomia e castração em suínos. Essas são ações pragmáticas, mas pouco refinadas e constantes, além de serem dolorosas para os animais. Muitas dessas características indesejáveis também podem ser trabalhadas por meio do melhoramento genético – mais complicado, mas permanente e melhor para o bem-estar animal.



### 7.3.1. Robustez

Quando animais com genótipos de alto desempenho são mantidos em sistemas de produção inadequados, que não lhes fornecem o que precisam para expressar seu potencial de desempenho, eles podem demonstrar problemas de alocação de recursos e transtornos funcionais dos sistemas esquelético e cardiovascular, da fisiologia muscular, do sistema reprodutor e do sistema imunológico. Para suínos, indicadores evidentes de uma redução no bem-estar animal seriam maiores taxas de mortalidade, menor longevidade das fêmeas, incidência de doenças e dificuldade de locomoção.

A questão aqui é a sensibilidade ambiental. O problema pode ser resolvido tornando o ambiente mais abundante em recursos e/ou tornando os genótipos menos sensíveis. Há duas estratégias para realizar a segunda opção: (i) seleção direta para características de robustez e (ii) seleção contra a sensibilidade ambiental, medida por normas de reação.

#### 7.3.1.1. Seleção para características de robustez

A robustez animal pode ser definida como "a habilidade em combinar alto potencial de produção com resiliência a estressores, permitindo a expressão mais acertada de um alto potencial de produção em uma ampla variedade de condições ambientais" (KNAP, 2005). O problema clássico dessa habilidade ocorre sob a forma de antagonismos genéticos entre as características de produção e as de robustez (RAUW, 1998; KNAP & RAUW, 2009) – a seleção natural não é eficaz o suficiente para manter ou melhorar a robustez animal em sistemas de produção intensiva. Isso deve ser feito por meio da seleção artificial.

Os antagonismos genéticos podem ser neutralizados utilizando critérios de seleção adequados para selecionar um objetivo de seleção. Anteriormente, os objetivos de seleção eram inadequados nesse sentido, já que não incluíam características de robustez (GODDARD, 2009). Um objetivo de seleção deveria incluir todas as características herdáveis que têm impacto na lucratividade (GJEDREM, 1972) – mortalidade, morbidade e dificuldade de locomoção certamente têm esse impacto. Tais características podem ser incluídas na equação de rentabilidade para produção de suínos (KNAP, 2009), o que proporciona valores econômicos marginais necessários para a inclusão no objetivo de seleção.

Várias estratégias para o melhoramento genético de vitalidade e sobrevivência de leitões, qualidade de apurmos e longevidade, sensibilidade ao estresse e resistência a doenças foram resumidas por Rydhmer & Lundeheim (2008). Essas são características difíceis de serem medidas, em sua maioria categóricas (poucas classes discretas), com baixas frequências e herdabilidades relativamente baixas, de modo que seja necessário grande volume de dados, a partir de ambientes desafiadores, para a estimativa confiável do valor genético. O melhoramento genético dessas características tem se beneficiado consideravelmente por meio do BLUP e, agora, beneficia-se ainda mais com a tecnologia genômica, como mostrado no exemplo a seguir por Knol et al. (2016).

Mortalidade pós-desmame qualifica-se facilmente como uma característica de difícil mensuração: uma característica binária (0 ou 1), com baixa frequência ( $p \approx 0,05$ ) e herdabilidade ( $h^2 \approx 0,05$ ), grandes e instáveis influências ambientais, além do trabalhoso registro individual – entretanto, com elevado valor econômico (KNAP, 2014). Conforme mencionado anteriormente, o principal desafio é o registro adequado dos dados: qualquer tipo de estimativa de valor genético requer um grande volume de dados para alcançar uma capacidade estatística razoável para tal característica. O primeiro requisito para a estimativa do valor genético é



sempre a variação. A variação de uma característica binária é proporcional à sua frequência – lembre-se que sua variância é igual a  $p \times (1 - p)$ .

Portanto, a granja ideal para o registro dessa característica deve ser muito grande, ter uma alta incidência de mortalidade, que continue com o trabalho por muito tempo, e ter uma equipe altamente motivada para realizar registro de dados de alta qualidade. Tais granjas são difíceis de ser encontradas, devem ser necessariamente granjas de produção comercial, diferentemente das unidades núcleo das empresas de melhoramento genético, e os suínos devem ser híbridos. Para manter uma conexão genética próxima aos candidatos à seleção do núcleo genético, os suínos devem ser produzidos utilizando sêmen de reprodutores escolhidos para reposição do núcleo genético.

Esse exemplo fornece uma média confiabilidade do EBV (Valor Genético Estimado) para mortalidade pós-desmame de candidatos à seleção do núcleo genético com base nos registros de dados de tal sistema. A seleção assistida por marcadores foi utilizada para essa característica em 2005, utilizando de 5 a 20 marcadores de DNA em várias linhas genéticas de suínos, e os EBVs resultantes tiveram uma confiabilidade média de 0,14. A seleção genômica foi implementada em 2010 utilizando um painel específico com poucos marcadores, seguida pela avaliação de uma única etapa (*single-step*), com base em um chip de 64k SNPs, em 2012. Esse EBV genômico teve uma confiabilidade média de 0,22, ou seja, um aumento de 50% da precisão de seleção de animais no final de seus testes de desempenho. Para uma característica binária, com uma frequência de 0,05 e mesma herdabilidade, o valor de confiabilidade de 0,22 é equivalente a um teste de progênie utilizando 101 descendentes.

As **Figuras 5, 6 e 7** mostram o melhoramento genético realizado das características qualidade de aprumos e mortalidade, coincidindo com a melhoria no desempenho de produção, em oito linhas genéticas de suínos. Isso mostra que é perfeitamente possível melhorar a robustez animal e, ao mesmo tempo, aumentar o potencial de produção. Observe que o período reportado (2000 a 2009) foi antes da introdução da tecnologia genômica no melhoramento de suínos. O elemento crítico aqui é a inclusão de todas essas características nos objetivos de seleção e o registro apropriado dos dados. Dessa forma, os antagonismos genéticos entre as características de produção e de robustez podem ser neutralizados. A seleção genômica apenas torna tudo isso mais viável.

**Figura 5.** Tendência genética da taxa de crescimento e qualidade de aprumos nas mesmas oito linhas genéticas de suínos ao longo de 10 anos. Note que ambas as características melhoram simultaneamente em cada linha. O código de cores é diferente daquele das Figuras 6 e 7.

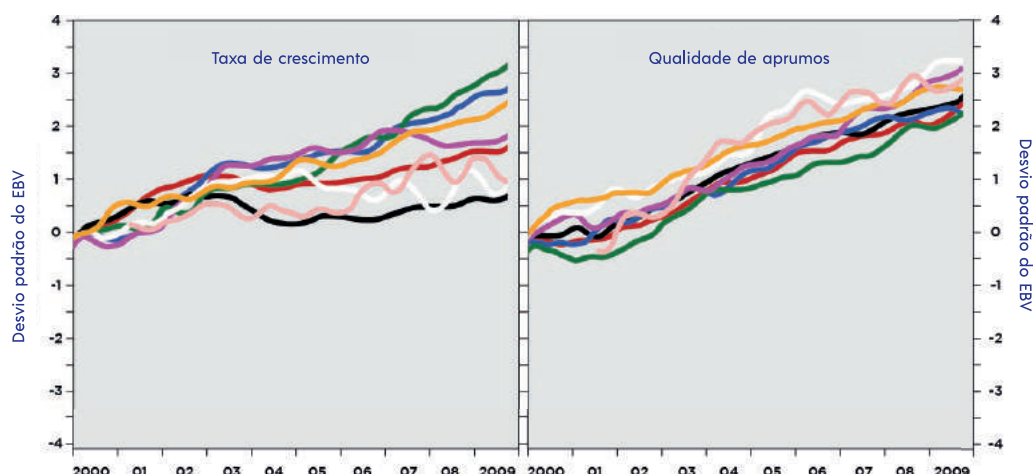


**Figura 6.** Tendência genética do número total de nascidos, taxa de sobrevivência ao parto e taxa de sobrevivência pré-desmame nas mesmas quatro linhas genéticas de suínos ao longo de 10 anos. Note que as três características melhoram simultaneamente em cada linha. O código de cores é diferente daquele das Figuras 5 e 7.

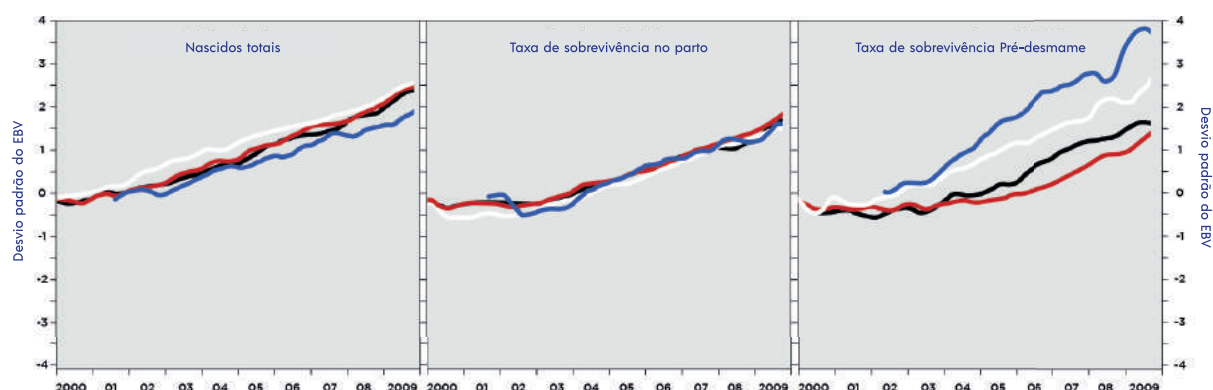
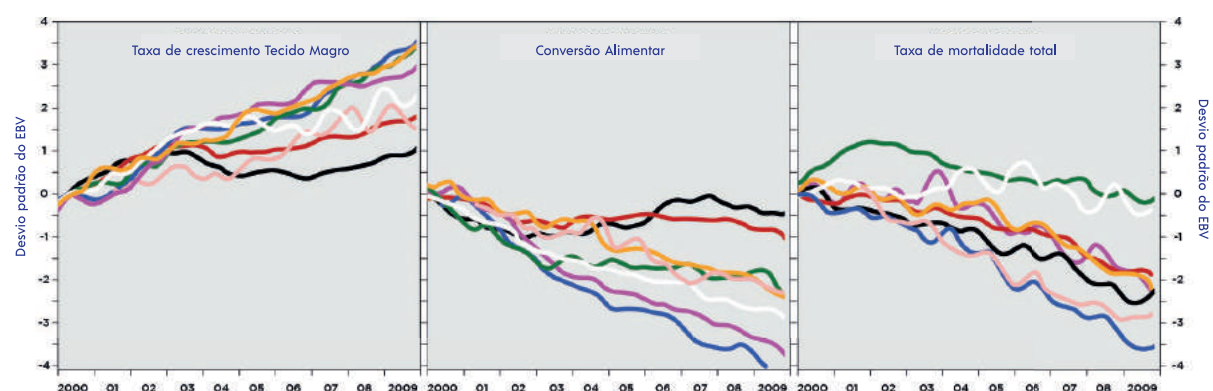


**Figura 7.** Tendência genética do rendimento de carne magra, conversão alimentar e taxa de mortalidade total (do nascimento ao abate) nas mesmas oito linhas genéticas de suínos ao longo de 10 anos. Note que as três características melhoram simultaneamente em cada linha. O código de cores é diferente daquele das Figuras 5 e 6.



### 7.3.1.2. Normas de reação

Quando as progênes de reprodutores específicos são (i) identificadas como tal, (ii) espalhadas por uma ampla variedade ambiental por meio de inseminação artificial e (iii) registradas para uma característica de produção, seu desempenho produtivo pode ser relacionado a um descritor do ambiente (efeito granja-ano-estação, por exemplo) por regressão linear. Isso deve produzir uma tendência positiva geral: melhores ambientes levam a uma melhor produção. Quando a regressão é feita separadamente para os grupos de progênes de reprodutores e se houver variação genética para sensibilidade ambiental do potencial das características produtivas, isso produz linhas de regressão ("normas de reação" em Genética de Populações) com diferentes interceptos e inclinações para diferentes famílias de reprodutores. Os interceptos são equivalentes aos EBVs convencionais para as características. Já as inclinações quantificam os requisitos de um animal para o suporte ambiental do seu potencial genético e detectam robustez como descrito acima: reprodutores com inclinação mais íngreme produzem progênes menos robustas.

Friggens & Van der Waaij (2008) discutem como a seleção para maiores níveis de produção - ou seja, para altos interceptos de normas de reação - podem causar um aumento gradual na sensibilidade ambiental, ou seja, nas inclinações. Knap & Su (2008) confirmaram isso em termos de uma correlação genética fortemente positiva entre o intercepto e a inclinação das normas de reação para tamanho de leitegada em suínos. As inclinações apresentam baixíssima herdabilidade nesses dados e, portanto, o aumento na sensibilidade ambiental seria muito lento. Isto mostra um outro exemplo de antagonismo genético, que pode ser neutralizado pela inclusão tanto do intercepto quanto da inclinação das normas de reação de cada característica produtiva nos objetivos e critérios de seleção. Knap (2005) apresenta uma forma para calcular seus valores econômicos marginais.

Essas são estatísticas complexas. Knap & Su (2008) analisaram seus dados em três grandes subgrupos, consecutivamente. O subgrupo médio tinha mais de 50.000 fêmeas - comparável aos maiores conjuntos de dados de tamanho de leitegada da literatura científica daquela época. Ainda assim, as estimativas dos parâmetros para as inclinações das normas de reação foram consideravelmente diferentes daquelas do maior conjunto de dados, com mais de 120.000 fêmeas, e a precisão das estimativas de inclinação foi muito baixa para ser útil na prática do melhoramento genético. O subgrupo menor tinha mais de 30.000 fêmeas, mas as estimativas dos parâmetros foram claramente irreais e não foram significativamente diferentes de zero. Questões semelhantes estão relacionadas à variação ambiental requerida dos dados. Novamente, nada fácil.

### 7.3.2. Privação comportamental

Os sistemas de alojamento e manejo intensivos geralmente restringem a expressão de padrões comportamentais instintivos ("motivações", em Etologia) dos suínos, como: procurar alimentos, fuçar e explorar em todas as classes de idade e preparar o ninho, no caso de fêmeas. Isso ocorre porque os alojamentos intensivos não fornecem o espaço ou os substratos necessários aos animais. Algo semelhante ocorre na privação de contato social no caso de fêmeas em alojamento individual em que o "substrato necessário" seriam os outros animais. Isso resulta em frustração e leva ao redirecionamento de estereotípias ou apatia.

Novamente, a maneira mais eficiente e eficaz de solucionar tais problemas seria adaptar, frequentemente, o sistema de alojamento. Três alternativas genéticas têm sido descritas, como segue abaixo:

A. A forma mais óbvia parece ser a seleção direta contra estereotípias e apatia - isso não seria muito difícil em grandes sistemas de alojamento de fêmeas em gaiolas, mas a longo prazo o problema na realidade poderia aumentar, pois o comportamento redirecionado serve como uma saída para as motivações frustradas e, de tal forma, a maneira final de o animal lidar com a carga do estressor. Reduzir isso criaria um sistema sob estresse com consequências negativas na homeostasia e na produção, sem nenhuma válvula de segurança.

B. Seleção para estratégias de adaptação passivas ou ativas para lidar com o estresse. Estratégias de adaptação têm sido intensamente estudadas em camundongos e ratos de laboratório e também em humanos. Isso requer conhecimento da neuroendocrinologia do eixo do estresse, o eixo HPA (hipotálamo-hipófise-adrenal) - ver Martínez-Miró, 2016. O estresse crônico pode causar uma superprodução persistente de corticosteróides pelo HPA, com potencial de danificar os neuroreceptores no cérebro. A interação com o sistema nervoso simpático leva a estratégias de adaptação passiva versus ativa. Essas

características são herdáveis: populações de camundongos e ratos de laboratório têm sido selecionadas com sucesso em ambas as direções. Os suínos de adaptação passiva e ativa diferem em como o hipotálamo regula a hipófise: por meio do CRH (Hormônio Liberador de Corticotropina), em passivos, e da vasopressina, em ativos (KARMAN, 2003). Em ambos os casos, a produção de corticosteróides aumenta e os neuroreceptores são danificados. Portanto, a seleção para qualquer estratégia específica de adaptação não seria uma boa solução no melhoramento genético de suínos.

C. Focar na regulação do eixo HPA logo no seu início, ou seja, regulação do hipotálamo que é feita pelo sistema límbico da amígdala e do hipocampo (MORRIS, 2006). Essa parte do cérebro também regula funções emocionais e cognitivas e tem sido descrita como o elo central entre o estresse e a aprendizagem declarativa. Na pecuária, esse tipo de aprendizagem ocorre durante a adaptação às instalações de alojamento, regime de ordenha, etc. (MANTEUFFEL, 2002; GIMSA et al., 2018). As técnicas genômicas seriam muito úteis para detectar os genes responsáveis (por exemplo, TERNINA et al., 2012) e, com base nisso, modificar os padrões instintivos dos suínos, de modo que a motivação para comportamentos que não podem ser mantidos pelo sistema de produção fosse reduzida. Isso ampliaria 9.000 anos de domesticação dos suínos, o qual sempre foi um processo de redução do instinto dos animais para exploração, agressão, etc. (KNAP, 2012).

### 7.3.3. Dominância agressiva

Outra questão dos sistemas de produção intensiva é evitar a dominância agressiva, principalmente quando os suínos são misturados em novos grupos (JENSEN, 1994; COURET et al., 2009). O confinamento impede os animais de evitarem os agressores, não podendo fugir deles. Tal comportamento tem componentes genéticos significativos (TURNER et al., 2009), possivelmente relacionados às estratégias de adaptação descritas anteriormente. O principal fator que complicaria a seleção contra esse comportamento é a dificuldade de registrar os dados, o que novamente torna a seleção genômica uma opção interessante.

### 7.3.4. Evitar tratamentos invasivos

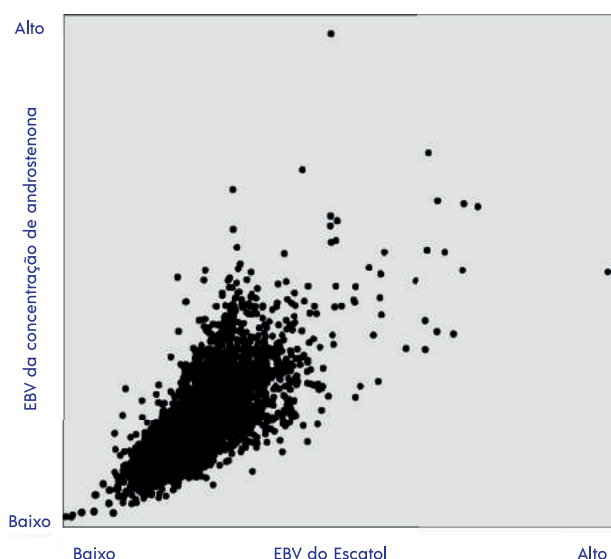
Há uma crescente tendência social para reduzir tratamentos dolorosos, como castração e caudectomia em leitões. Atualmente, ambas questões estão em intenso debate na Europa. A pergunta é, então, quais são as opções genéticas para reduzir as razões pelas quais esses tratamentos são realizados: (i) odor de macho inteiro e (ii) canibalismo de cauda.

#### 7.3.4.1. Odor de macho inteiro

O odor de macho inteiro é um odor desagradável na carne suína. Isso ocorre em 1 a 10% dos machos inteiros, dependendo de muitos fatores nutricionais e de manejo animal. É causado por diversos componentes químicos, principalmente pelo hormônio sexual e feromônio androstenona e pelo escatol, um metabólito da microflora intestinal. O escatol é normalmente quebrado no fígado, mas a enzima que faz isso é inibida pelos altos níveis circulantes de androstenona. As concentrações teciduais de ambos os componentes são variáveis, específicas das linhas genéticas e herdáveis, de modo que é possível selecionar

suínos para reduzir os níveis de odor de macho inteiro. Os genes relevantes estão sendo gradualmente identificados. A **Figura 8** a seguir fornece um exemplo da distribuição típica dos EBVs dessas duas características: a grande maioria dos animais tem um baixo EBV, ou seja, favorável para ambos os componentes, com uma forte correlação entre eles. Nos valores mais altos, desfavoráveis, a variação em ambos componentes é muito mais ampla e a correlação entre eles muito mais fraca. A melhor estratégia genética é então construir um índice de ambos EBVs e selecionar contra valores altos desse índice.

**Figura 8.** Valores genéticos estimados para o teor de gordura subcutânea dos componentes responsáveis pelo odor de macho inteiro, androstenona e escatol, em uma única linha genética de suínos.



### 7.3.4.2. Comportamento social nocivo

O canibalismo de cauda é uma forma de comportamento social nocivo na produção animal intensiva sendo, possivelmente, uma forma de redirecionar o comportamento de alimentação. D'Eath et al. (2014, Figura 1) descrevem uma considerável complexidade dessa característica em termos de densidade de alojamento, clima das baias, dieta não balanceada e capacidade dos comedouros, além de disponibilidade de substratos. Outras formas de comportamento social nocivo são o canibalismo de orelha, canibalismo da vulva em fêmeas de alojamento coletivo, esmagamento de leitões pelas fêmeas e arrancamento de penas nas aves.

A maneira mais óbvia de lidar geneticamente com o canibalismo de cauda seria selecionar para caudas mais curtas. Mas isso não é uma boa ideia, por dois motivos. Primeiro porque o comprimento de cauda é uma função direta do número de vértebras caudais e isso está relacionado ao número de vértebras dorsais e lombares na coluna do animal. Devido a essas mudanças correlacionadas, é provável que haja uma redução do número de costelas por suíno e, a longo prazo, podem levar a anomalias congênitas similares, como espinha bífida, paralisia das patas traseiras, incontinência e morte embrionária em homozigotos, assim como descrito para gatos e cães sem cauda com mutações no gene T-Box Brachyury, que também foram descritas em ovinos (HYTÖNEN et

al., 2009; BUCKINGHAM et al., 2013; ZHI et al., 2018).

Segundo, o cerne do problema não está na cauda da vítima, mas no cérebro do agressor e, possivelmente, também no cérebro da vítima. O suíno agressor frustrado tem que procurar uma saída para sua frustração, e a encontra no redirecionamento do comportamento alimentar. A vítima tolera isso em vez de se afastar do agressor logo no início. Brunberg et al. (2016) diferenciam os agressores, vítimas e animais neutros, os quais não estão envolvidos em qualquer comportamento social nocivo, e sugerem que os agressores e vítimas representam os dois extremos hiperativo ou hiperpassivo de uma sequência de estratégias de adaptação ao ambiente de alojamento intensivo, enquanto que os animais neutros são adaptados com sucesso, ou porque têm uma estratégia de adaptação mista ou porque são melhores adaptados no geral. Wilson et al. (2012) realizaram um GWAS, como nas **Figuras 2 e 3**, e detectaram alguns sinais significativos, tanto para o *status* "agressor" quanto para "vítima".

No alojamento coletivo, o fenótipo de um indivíduo para qualquer característica (taxa de crescimento, mortalidade, etc.) é influenciado pelo seu próprio valor genético direto para a característica e pelos valores genéticos associativos de seus companheiros de baia – positivos ou negativos ("efeitos genéticos indiretos"), segundo Bijma et al. (2007). Esse princípio tem sido utilizado em detalhes para a taxa de crescimento e consumo de ração em suínos em crescimento por Chen et al. (2008) e Bergsma et al. (2008). Efeitos associativos podem contribuir com grande parte da variância herdável dessas características. Intuitivamente, o mesmo deveria ser considerado para características de comportamento social.

Van der Zande (2017) aplicou esse método para os registros de canibalismo de cauda e encontrou uma herdabilidade de 0,24, os quais 70% foram devido aos efeitos de "agressor" e 6%, aos efeitos de "vítima". Muito antes, Breuer et al. (2005) utilizaram métodos estatísticos convencionais para estimar herdabilidade de canibalismo de cauda em duas populações de suínos – ambas com incidência de agressores com cerca de 3% – a 0,00 e 0,05 na escala observada. O método de efeitos genéticos indiretos, portanto, parece muito mais eficaz para detectar variações genéticas. Um aspecto muito útil desse método é que o fenótipo a ser registrado não é o ato observado, propriamente dito, do canibalismo de cauda – ou seja, localizar o agressor, o que é difícil e demorado –, mas a presença de um animal que apresente cauda mutilada: nessa análise, o efeito de "vítima" é o efeito genético direto e o efeito de "agressor" é o indireto. A desvantagem desse método é que ele só pode ser realizado se cada animal de uma determinada baia tiver parentes próximos – irmãos completos ou meios irmãos – distribuídos em muitas outras baias, de modo que cada um dos companheiros de baia de uma vítima possa ser testado por ter parentes em outras baias também com vítima. Se esse for o caso, então o EBV "agressor" de cada um desses parentes é aumentado. Mais uma vez, não é fácil em termos de delineamento do teste de desempenho.

## 7.4. CONCLUSÕES

De acordo com o demonstrado acima, é possível realizar melhoramento genético na saúde e bem-estar animal. Muitas das características envolvidas são herdáveis e podem ser registradas, de modo que os valores genéticos dos candidatos à seleção possam ser estimados e incorporados nos índices de seleção de rotina no nível do núcleo genético. O fator limitante, em praticamente todos os casos descritos acima, é o registro de dados – em muitos desses casos, isso é tão difícil e/ou laborioso, que melhorias em nutrição, instalações e/ou ambientes infecciosos podem ser uma solução mais eficiente e eficaz.



## 7.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANACLETO O, CABALEIRO S, VILLANUEVA B, SAURA M, HOUSTON RD, WOOLLIAMS JA, DOESCHL-WILSON A (2018) Genetic differences in host infectivity affect disease spread and survival in epidemics. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Auckland, New Zealand, 11.500. [tinyurl.com/y93h8trm](https://tinyurl.com/y93h8trm)
- ATHANASIADOU S, TOLOSSA K, DEBELA E, TOLERA A, HOUDIJK JGM (2015) Tolerance and resistance to a nematode challenge are not always mutually exclusive. *International Journal for Parasitology* 45, 277-282.
- BERGSMA R, KANIS E, KNOL EF, BIJMA P (2008) The contribution of social effects to heritable variation in finishing traits of domestic pigs (*Sus scrofa*). *Genetics* 178:1559-1570.
- BIJMA P, MUIR WM, VAN ARENDONK JAM (2007) Multilevel Selection 1: Quantitative genetics of inheritance and response to selection. *Genetics* 175, 277-288.
- BISHOP SC, WOOLLIAMS JA (2014) Genomics and disease resistance studies in livestock. *Livestock Science* 166, 190-198.
- BODDICKER NJ, BJORKQUIST A, ROWLAND RRR, LUNNEY JK, REECY JM, DEKKERS JCM (2014) Ge-nome-wide association and genomic prediction for host response to porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection. *Genetics Selection Evolution* 46, 18.
- BREUER K, SUTCLIFFE MEM, MERCER JT, RANCE KA, O'CONNELL NE, SNEDDON IA, EDWARDS SA (2005) Heritability of clinical tailbiting and its relation to performance traits. *Livest Prod Sci* 93:87-94.
- BRUNBERG EI, RODENBURG TB, RYDHMER L, KJAER JB, JENSEN P, KEELING LJ (2016) Omnivores going astray: a review and new synthesis of abnormal behavior in pigs and laying hens. *Frontiers in Veterinary Science* 3:57.
- BUCKINGHAM KJ, MCMILLIN MJ, BRASSIL MM, SHIVELY KM, MAGNAYE KM, CORTES A, WEINMANN AS, LYONS LA, BAMSHAD MJ (2013) Multiple mutant T alleles cause haploinsufficiency of Brachyury and short tails in Manx cats. *Mammalian Genome* 24, 400-408.
- BURKARD C, LILLICO SG, REID E, JACKSON B, MILEHAM AJ, AIT-ALI T, WHITELAW CBA, ARCHIBALD AL (2017) Precision engineering for PRRSV resistance in pigs: macrophages from genome edited pigs lacking CD163 SRCR5 domain are fully resistant to both PRRSV genotypes while maintaining biological function. *PLoS Pathogens* 13(2), e1006206.
- CHEN CY, KACHMAN SD, JOHNSON RK, NEWMAN S, VAN VLECK LD (2008) Estimation of genetic parameters for average daily gain using models with competition effects. *J Anim Sci* 86:2525-2530.
- COURET D, OTTEN W, PUPPE B, PRUNIER A, MERLOT E (2009) Behavioural, endocrine and immune responses to repeated social stress in pregnant gilts. *Animal* 3:118-127
- D'EATH RB, ARNOTT G, TURNER SP, JENSEN T, LAHRMANN HP, BUSCH ME, NIEMI JK, LAWRENCE AB, SANDØE P (2014) Injurious tail biting in pigs: how can it be controlled in existing systems without tail docking? *Animal* 8:9, 1479-1497.
- FRIGGENS N, VAN DER WAAIJ L (2008) Modelling of resource allocation patterns. In: Rauw WM (ed) *Resource allocation theory applied to farm animal production*. CAB International, Wallingford, p 302-320
- GIMSA U, TUCHSCHERER M, KANITZ E (2018) Psychosocial stress and immunity – what can we learn from pig studies? *Front. Behav. Neurosci.* 12:64.
- GJEDREM T (1972) A study on the definition of the aggregate genotype in a selection index. *Acta Agric Scand* 22:11-16
- GODDARD M (2009) Fitness traits in animal breeding programs. In: Van der Werf JHJ, Graser HU, Frankham R, Gondro C (eds) *Adaptation and fitness in animal populations*. Springer, Berlin, p 41-52
- HORTÓS M, GARCÍA-REGUEIRO JA, ESTEVE E, LIZARDO R, QUINTANILLA R, SAIS N, DIESTRE A,



KNAP PW, MATTHEWS N, FIELDS B, COSTA S (2015) Reduction of boar taint compounds by breeding, feeding and management. Workshop on alternatives to pig castration, European Commission DG-Sante, Brussels. [tinyurl.com/yc8dp9lr](http://tinyurl.com/yc8dp9lr)

HOUSTON RD, HALEY CS, HAMILTON A, GUY DR, MOTA-VELASCO JC, GHEYAS AA, TINCH AE, TAGGART JB, BRON JE, STARKEY WG, MCANDREW BJ, VERNER-JEFFREYS DW, PALEY RK, RIMMER GSE, TEW IJ, BISHOP SC (2010) The susceptibility of Atlantic salmon fry to freshwater infectious pancreatic necrosis is largely explained by a major QTL. *Heredity* 105, 318–327.

HUNTER N, GOLDMANN W, SMITH G, HOPE J (1994) The association of a codon 136 PrP gene variant with the occurrence of natural scrapie. *Archives of Virology* 137, 171–177.

HYTÖNEN MK, GRALL A, HÉDAN B, DRÉANO S, SEGUIN SJ, DELATTRE D, THOMAS A, GALIBERT F, PAULIN L, LOHI H, SAINIO K, ANDRÉ C (2009) Ancestral T-Box mutation is present in many, but not all, short-tailed dog breeds. *Journal of Heredity* 100, 236–240.

JENSEN P (1994) Fighting between unacquainted pigs. Effects of age and of individual reaction pattern. *Appl Anim Behav Sci* 41:37–52

KARMAN AG (2003) Neuroendocrine adaptation to stress in pigs. PhD thesis, Wageningen University, the Netherlands. [tinyurl.com/y9j67qyf](http://tinyurl.com/y9j67qyf)

KAUSE A (2011) Genetic analysis of tolerance to infections using random regressions: A simulation study. *Genet. Res.* 93:291–302.

KNAP PW, BISHOP SC (2000) Relationships between genetic change and infectious disease in domestic livestock. *BSAS Occasional Publication* 27, pp. 65–80. <https://tinyurl.com/ybds69qm>

KNAP PW (2005) Breeding robust pigs. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45:763–774.

KNAP PW, SU G (2008) Genotype by environment interaction for litter size in pigs as quantified by reaction norms analysis. *Animal* 2:1742–1747

KNAP PW (2009) Robustness. In *Resource allocation theory applied to farm animal production* (ed. WM Rauw), CABI, Wallingford, UK. Pp. 288–301.

KNAP PW, RAUW WM (2009) Selection for high production in pigs. In: Rauw WM (ed) *Resource allocation theory applied to farm animal production*. CAB International, Wallingford, p 210–229.

KNAP PW (2012) Pig breeding for increased sustainability. In *Encyclopedia of sustainability science and technology* (ed. R.A. Meyers), Springer Science+Business Media, New York NY, USA. Volume 11, pp. 7972–8012.

KNAP PW (2014) Pig breeding goals in competitive markets. 10th WCGALP, Vancouver, 007. <https://tinyurl.com/yb9kg4qt>

KNOL EF, NIELSEN B, KNAP PW (2016) Genomic selection in commercial pig breeding. *Animal Frontiers* 6(1):15–22.

KREIKEMEIER CA, ENGLE TB, LUCOT KL, BURKEY TE, CIOBANU DC (2015) Genome-wide analysis of TNF-alpha response in pigs challenged with porcine circovirus 2b. *Animal Genetics* 46, 205–208.

MAAS HJL, ANTONISSE HW, VAN DER ZYPP AJ, GROENENDAL JE, KOK GL (1981) The development of two white Plymouth Rock lines resistant to Marek's disease by breeding from survivors. *Avian Pathology* 10, 137–150.

MANTEUFFEL G (2002) Central nervous regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and its impact on fertility, immunity, metabolism and animal welfare – a review. *Archive für Tierzucht* 45:575–595

MARTÍNEZ-MIRÓ S, TECLES F, RAMÓN M, ESCRIBANO D, HERNÁNDEZ F, MADRID J, ORENGO J, MARTÍNEZ-SUBIELA S, MANTECA X, CERÓN JJ (2016). Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC Veterinary Research*, 12, 171.

MOEN T, BARANSKI M, SONESSON AK, KJØGLUM S (2009) Confirmation and fine-mapping of a major QTL for resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*): population-level associations between markers and trait. *BMC Genomics* 10, 368.

MORRIS R (2006) Stress and the hippocampus. In: Andersen P (ed) The hippocampus book. Oxford University Press, New York, pp 751-768.

MULDER HA, RASHIDI H (2017) Selection on resilience improves disease resistance and tolerance to infections. *J. Anim. Sci.* 95, 3346-3358.

WILSON K, ZANELLA R, VENTURA C, JOHANSEN HL, FRAMSTAD T, JANCZAK A, ZANELLA AJ, NEIBERGS HL (2012) Identification of chromosomal locations associated with tail biting and being a victim of tail-biting behaviour in the domestic pig (*Sus scrofa domestica*). *J Appl Genet.* 53, 449-56.

PROUDFOOT C, BURKARD C (2017) Genome editing for disease resistance in livestock. *Emerging Topics in Life Sciences* 1(2), 209-219.

RÅBERG L, SIM D, READ AF (2007) Disentangling genetic variation for resistance and tolerance to infectious diseases in animals. *Science* 318, 812-814.

RASHIDI H (2016) Breeding against infectious diseases in animals. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands. [tinyurl.com/ybe72m74](https://tinyurl.com/ybe72m74)

RAUW WM, KANIS E, NOORDHUIZEN-STASSEN EN, GROMMERS FJ (1998) Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest Prod Sci* 56:15-33

RYDHMER L, LUNDEHEIM N (2008) Breeding pigs for improved welfare. In: Faucitano L, Schaefer AL (eds) Welfare of pigs from birth to slaughter. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp 243-270.

STEAR MJ, NIKBAKHT G, MATTHEWS L, JONSSON NN (2012) Breeding for disease resistance in livestock and fish. In *Animal Science Reviews 2012* (ed. D Hemming). CABI, Wallingford, pp.1-10.

TERENINA E, BAZOVKINA D, ROUSSEAU S, SALIN F, MONLLOR S, KULIKOV A, TURNER SP, D'EATH RB, MORMEDE P (2010) Association between aggressive behavior and candidate gene polymorphisms: study of the brain serotonergic system in pigs. 9th WCGALP, Leipzig, 0864. <https://tinyurl.com/y9fm3wfi>

TURNER SP, ROEHE R, D'EATH RB, ISON SH, FARISH M, JACK MC, LUNDEHEIM N, RYDHMER L, LAWRENCE AB (2009) Genetic validation of post-mixing skin injuries in pigs as an indicator of aggressiveness and the relationship with injuries under more stable social conditions. *J Anim Sci* 87:3076-3082

VAN BREEDAM W, DELPUTTE PL, VAN GORP H, MISINZO G, VANDERHEIJDEN N, DUAN X, NAUWYNCK HJ (2010) Porcine reproductive and respiratory syndrome virus entry into the porcine macrophage. *Journal of General Virology* 91, 1659-1667.

VAN DER ZANDE L. (2017) Can we predict tail biting? ISAE Conference "From beak to tail: mechanisms underlying damaging behaviour in laying hens and pigs", Aarhus, Denmark. [tinyurl.com/ydylvyxx](https://tinyurl.com/ydylvyxx)

VÖGELI P, MEIJERINK E, FRIES R, NEUENSCHWANDER S, VORLÄNDER N, STRANZINGER G, BERTELS A, JOURQUIN J, BUYS N, VAN ZEVEEREN A, DE GREVE H, HERNALSTEENS JP, BOUQUET Y (1997) Selection of swine resistant to F4-positive *Escherichia coli*. In: Paul PS, Francis D.H., Benfield D.A. (eds) Mechanisms in the pathogenesis of enteric diseases. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 412. Springer, Boston, MA

WHITWORTH KM, ROWLAND RRR, EWEN CL, TRIBLE BR, KERRIGAN MA, CINO-OZUNA AG, SAMUEL MS, LIGHTNER JE, MCLAREN DG, MILEHAM AJ, WELLS KD, PRATHER RS (2016) Gene-edited pigs are protected from porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Nature Biotechnology* 34, 20-22.

YANG H, ZHANG J, ZHANG X, SHI J, PAN Y, ZHOU R, LI G, LI Z, CAI G, WU Z (2018) CD163 knockout pigs are fully resistant to highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Antiviral Research* 151, 63-70.

ZHI D, DA L, LIU M, CHENG C, ZHANG Y, WANG X, LI X, TIAN Z, YANG Y, HE T, LONG X, WEI W, CAO G (2018) Whole genome sequencing of Hulunbuir short-tailed sheep for identifying candidate genes related to the short-tail phenotype. *G3 Genes Genomes Genetics* 8, 377-383.



# CAPÍTULO 8 – DOR E ANALGESIA

**Autores:** SILVA, C. A.\*; PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; FOPPA, L.

**Contato:** casilva@uel.br

## 8.1 INTRODUÇÃO

A dor é um tema estritamente relacionado à ciência do bem-estar animal. Pode-se dizer, de forma simplificada, que o manejo da dor envolve três aspectos: seu reconhecimento, quantificação e tratamento (CLUTTON, 2018). Todavia, também é necessário pensar em sua prevenção, reduzindo ou eliminando a sensação dolorosa antes que ela de fato ocorra, revelando, portanto, ser um assunto bastante complexo (FLECKNELL, 1986).

A dor é uma modalidade sensorial essencial para a sobrevivência, pois desencadeia comportamentos com o objetivo de proteger o indivíduo do dano tecidual e memorizar o fato para detecção e proteção contra potenciais danos futuros (PATEL, 2010). Embora os animais sejam incapazes de comunicar verbalmente que sentem dor, a falta dessa evidência não significa que o indivíduo não esteja sofrendo de uma sensação dolorosa, e não deve ser justificativa para não tratamento (MEINTJES, 2012). Estímulos considerados dolorosos em seres humanos podem induzir alterações fisiológicas e comportamentais similares nos demais mamíferos (SNEDDON et al., 2014). Neste sentido, ao reconhecermos que um animal tem a habilidade de sentir dor, temos condição suficiente para lhes conceder consideração moral (ROLLIN, 2011).

Nós humanos temos a tendência de transferir nossas próprias experiências para interpretar o que percebemos ou acreditamos ser o *status* do animal em relação ao desconforto, dor ou angústia (GEBHART, 2000). Todavia, na prática, é quase impossível que nossas experiências prévias sejam significativamente aplicadas a um animal, desta forma, autores sugerem que haja treinamento específico para observar e avaliar o comportamento próprio do animal, desvincilhando-o de nossas próprias percepções (GEBHART, 2000).

A dor em suínos pode ter origem em uma ampla gama de manejos de rotina nas granjas. Em leitões lactentes, procedimentos como castração cirúrgica de machos, corte de cauda, corte ou desgaste de dentes, identificações e aplicações injetáveis de ferro, vacinas e medicamentos podem ser fontes de dor. Lactentes também estão sujeitos à dor originária de danos mecânicos, como esmagamentos pela porca ou agressões físicas pela porca ou por outros leitões, além de doenças como artrite infecciosa e epidermite exsudativa. Leitões em fases posteriores estão sujeitos à dor por canibalismo de cauda e orelha, danos físicos provenientes de agressões, sobretudo nos momentos de mistura, encefalite e doenças infecciosas do complexo respiratório e digestivo. Por sua vez, animais adultos têm mais riscos de manifestar dor oriunda de problemas no sistema locomotor, bursites, lesões de decúbito e, no caso de matrizes, dores decorrentes do parto.

Nesse contexto, com o aumento contínuo da preocupação pública e da demanda por formas mais eficientes para o alívio da dor nos animais de produção (SPADAVECCHIA e RANHEIM, 2014), futuramente produtores de suínos podem demandar da utilização de formas de controle da dor a fim de garantir o cumprimento dos padrões exigidos pela indústria e sociedade (TENBERGEN et al., 2014a). O caminho percorrido por um estímulo doloroso, desde o nociceptor até as numerosas áreas do cérebro é complexo e pode sofrer muitas modificações (MEINTJES, 2012). Ferramentas e metodologias para avaliação do

grau da dor podem facilitar o tratamento farmacológico (SPADAVECCHIA e RANHEIM, 2014), contudo a terapia da dor ainda está em seus primórdios no que diz respeito aos animais de produção (MEINTJES, 2012). O objetivo deste capítulo é fornecer uma visão geral sobre a dor em suínos de produção, apresentando conceitos, procedimentos dolorosos mais comumente presentes e alternativas para redução da dor.

## 8.2. DOR: DEFINIÇÕES, TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÕES

De acordo com a definição apresentada pela IASP (Associação Internacional para o Estudo da Dor), a dor é caracterizada como "experiência sensorial e emocional desagradável associada a dano tecidual real ou potencial, ou descrita em termos de tal dano". Esta experiência é construída a partir de informações recebidas por receptores sensoriais, modificados por mecanismos fisiológicos e integrados em uma sensação com impacto emocional negativo no cérebro (HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017). É necessário enfatizar que a dor é uma percepção multidimensional influenciada por diversos fatores, dentre os quais a genética, idade, experiências passadas, capacidade cognitiva e condição de saúde física e mental (ELLISON, 2017).

Embora seja uma sensação desagradável, a dor é considerada uma adaptação evolutiva de suma importância para a sobrevivência. Indivíduos que não sentem dor, seja por disfunção genética ou doença, carecem de um sistema de alerta contra lesões, injúrias e doenças, o que pode diminuir sua qualidade e tempo de vida (ROLLIN, 2011; GÖRANSSON, 2016).

Na literatura existem diferentes categorias de dor baseadas no envolvimento/dimensão de inflamação, localização anatômica do dano tecidual e tempo de duração. A dor apresenta componentes sensoriais e emocionais e, comumente, é subdividida em aguda e crônica. A dor aguda é caracterizada pelo sentimento após trauma ou procedimento cirúrgico e é limitada a um determinado período de tempo e gravidade, tem como propósito alterar imediatamente o comportamento do animal para evitar ou reduzir os danos e para otimizar as condições de cura (MATHEWS et al., 2014). Grande parte das dores agudas é considerada nociceptiva. Por outro lado, a dor crônica persiste por um tempo acima do considerado normal para a cura tecidual, é resistente à maioria dos tratamentos e pode ser agravada por fatores ambientais e psicológicos (MESKEY e BOGDUK, 1994), não apresentando um propósito biológico específico, reduzindo os níveis de bem-estar (MATHEWS et al., 2014).

Em outra abordagem, Gebhart (2000) subdivide a dor em protetiva e não protetiva. Neste cenário, a dor atua como uma função de proteção. Um estímulo sensorial negativo provocado por alguma ação pode impedir que o suíno volte a repeti-la. Da mesma forma, a sensibilidade aumentada devido a uma lesão ou doença também é considerada protetiva, uma vez que colabora para não danificar ainda mais o tecido lesionado (GEBHART, 2000). Por outro lado, a dor não protetiva inclui danos no sistema nervoso central e periférico e outras dores, comumente, classificadas como crônicas. Neste caso, a dor indica uma disfunção e não apresenta função protetora propriamente dita (GEBHART, 2000). Além das subdivisões supracitadas, outras classificações são baseadas no envolvimento da inflamação em combinação com demais fatores. O **Quadro 1** a seguir elenca três diferentes categorias de dor e suas respectivas características.

**Quadro 1.** Caracterização de diferentes tipos de dor baseadas no envolvimento da inflamação. **Fonte:** adaptado de Backonja et al. (2010).

| <b>Neuropática</b>                                                                           | <b>Nociceptiva</b>                                                                                                                          | <b>Inflamatória</b>                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dor iniciada ou causada por uma lesão primária ou doença no sistema nervoso somatossensorial | Representa a resposta normal ao estímulo negativo ou lesão de tecidos como pele, músculos, órgãos viscerais, articulações, tendões ou ossos | Resultado da ativação e sensibilização da via nociceptiva da dor por uma variedade de mediadores liberados em um local de inflamação tecidual |

## 8.2.1. Dor neuropática

De forma geral, a dor neuropática é desencadeada por uma lesão ou doença do sistema somatossensorial, que alteram sua estrutura e função, amplificando as respostas a estímulos nocivos (COSTIGAN, et al., 2009; COLLOCA et al., 2017). É causada por disfunções fisiopatológicas nos locais afetados, o que pode despertar anormalidades sensoriais, hiperalgesia e respostas a estímulos que geralmente não provocam dor (WOOLF e MANNION, 1999; HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017). A dor neuropática pode ainda ser subdividida em periférica e central. A periférica resulta de lesões no SNP (sistema nervoso periférico) causadas por trauma mecânico, doenças metabólicas, substâncias químicas, infecções ou tumores, e envolve alterações fisiopatológicas tanto no SNP como no SNC (sistema nervoso central) (WOOLF e MANNION 1999; COSTIGAN et al., 2009). Por sua vez, a dor neuropática central é consequência de lesão medular, acidente vascular cerebral ou esclerose múltipla (DUCREUX et al. 2006).

Apresentada as diferentes divisões, Costigan et al. (2009) enfatizam que a característica primordial da dor neuropática é a manifestação de plasticidade mal adaptativa no sistema nervoso. De acordo com Jensen et al. (2007), a dor neuropática tem consequências graves e, em longo prazo, reduz a qualidade de vida e, concomitante, impacta negativamente no grau de bem-estar dos animais (HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017). Ao avaliar os efeitos da dor neuropática induzida, Castel et al. (2016) observaram que suínos desenvolveram alta sensibilidade à estimulação mecânica e alodinia, além de exibir alterações comportamentais e disfunções motoras. Outras pesquisas voltadas ao estudo da dor neuropática em suínos abordam as consequências do corte de cauda (HERSKIN et al., 2015).

## 8.2.2. Dor nociceptiva

A nocicepção é o processamento de informações sobre um estímulo nocivo que é transmitido ao cérebro, possibilitando a identificação da sensação como dor pelo sistema nervoso central e periférico (NRC, 2010). A dor e a nocicepção são conceitos distintos e algumas respostas nociceptivas não indicam necessariamente dor, ou seja, nocicepção é uma condição necessária, todavia não suficiente, para a experiência da dor (GEBHART, 2000; BACKONJA et al., 2010; NRC, 2010). A dor é o resultado de uma complexa interação entre sistemas de sinalização e modulação, que resulta em uma percepção única do indivíduo, envolvendo sentimento ou sensação (PATEL, 2010; STEEDS, 2013). Para Backonja et al. (2010), a distinção entre dor e nocicepção enfatiza a importância da interpretação do comportamento animal por um indivíduo experiente para avaliar a presença e a intensidade da dor e do sofrimento.

A dor nociceptiva pode ser entendida como uma resposta normal a um estímulo nocivo ou lesão de tecidos como pele, músculos, órgãos viscerais, articulações, tendões ou ossos (BACKONJA et al., 2010). De uma forma simples, este tipo de dor apresenta função protetora e se mantém apenas durante a presença de estímulos nocivos (COSTIGAN et al., 2009), geralmente apresenta curta duração e desencadeia comportamentos de alerta, em que o indivíduo afetado passa a esquivar-se de situações potencialmente perigosas (SNEDDON et al., 2014). Estudos envolvendo a avaliação de dor nociceptiva em suínos abordam os procedimentos de castração (RAULT et al., 2011), todavia em termos de bem-estar animal, esta dor não é tão crítica quanto as demais (WOOLF, 1995).

### 8.2.3. Dor inflamatória

A dor inflamatória é resultado da ativação e sensibilização da via nociceptiva da dor por uma variedade de mediadores liberados em um local de inflamação tecidual (BACKONJA et al., 2010). Em outras palavras, é decorrente da resposta à lesão tecidual e da resposta inflamatória subsequente (COSTIGAN et al., 2009), sendo mais persistente que a dor nociceptiva e mais crítica ao grau de bem-estar animal (HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017). Como estratégia para reparar a parte do corpo lesionada, o sistema nervoso age provocando alodinia e hiperalgesia prolongada (JUHL et al., 2008). Em termos de comportamento, esse é alterado para lidar com as consequências do dano e não mais para proteger o organismo de um estímulo potencialmente nocivo (COSTIGAN et al., 2009), ou seja, este tipo de dor leva à manifestação de comportamentos de inatividade, a fim de proteger o tecido prejudicado (MOGIL, 2009).

Processos inflamatórios podem induzir alterações patológicas nas vias de percepção da dor, tais como alodinia, definida como “dor resultante de estímulo que normalmente não provoca dor” e hiperalgesia, definida como “aumento da dor de um estímulo que normalmente provoca dor (SERPELL et al., 1998; IASP 2012). Ambas condições têm potencial para comprometer a qualidade de vidas de humanos, portanto presume-se que possam afetar também de forma negativa o bem-estar de animais (NALON et al., 2016).

Além do interesse no comprometimento do grau de bem-estar de suínos pelos métodos de produção, a espécie suína está sendo cada vez mais estudada, em termos de dor e respostas nociceptivas, devido à sua alta semelhança de estruturas e órgãos com seres humanos (ISON et al., 2016). Estudos envolvendo modelos de dor inflamatória induzida em suínos observaram hiperalgesia térmica e mecânica (DI GIMINIANI et al., 2014). Em termos de bem-estar de suínos, estudos envolvendo dor inflamatória têm se concentrado em condições persistentes, como dor persistente oriunda do processo de castração e canibalismos de cauda (HAY et al., 2003; VIITASAARI et al., 2015) e dor em matrizes suínas com úlceras (LARSEN et al., 2015).

## 8.3. FISILOGIA DA DOR

O conhecimento do caminho da dor permite aplicar estratégias terapêuticas específicas para seu controle. A fisiologia dessa sensação é complexa, passando do estímulo até à percepção cognitiva, caminho que pode ser dividido em cinco estágios (MEINTJES, 2012):

1. Recepção da dor e caminho sensorial até a medula espinhal;
2. Processamento da dor no corno dorsal da medula espinhal;



3. Vias ascendentes para o cérebro;
4. Processamento dos estímulos dolorosos no cérebro;
5. Via analgésica descendente.

Na primeira etapa, receptores de dor (nociceptores) localizados nas extremidades periféricas dos neurônios sensoriais (neurônios de primeira ordem) convertem um estímulo doloroso, físico ou químico (ex. calor, pressão, vibração e substâncias químicas inflamatórias), em um potencial de ação (PATEL, 2010; MEINTJES, 2012). Nesse processo, canais iônicos são abertos, resultando em um influxo de íons sódio ou cálcio ao longo de um gradiente de difusão, provocando a despolarização da membrana plasmática, fato que gera o potencial de ação (MEINTJES, 2012).

Os nociceptores são classificados de acordo com o tipo de fibra nervosa que constitui o nervo em que eles estão inseridos. Existem dois tipos de fibras nervosas: do tipo  $\delta$ A e do tipo C (PATEL, 2010; ELLISON, 2017). Fibras  $\delta$ A são levemente mielinizadas, possuem maior diâmetro e conduzem os impulsos nervosos até a medula espinhal mais rapidamente (20 versus 2 m/seg) que as fibras do tipo C (não mielinizadas e de menor diâmetro) (PATEL, 2010). A ativação das fibras  $\delta$ A promove a dor inicial, um reflexo espinhal de retirada rápida da parte do corpo afetada pelo estímulo, antes mesmo que a dor seja percebida (SERPELL et al., 1998; PATEL, 2010; STEEDS, 2013; ELLISON, 2017). A ativação das fibras tipo C promove uma dor tardia, lenta, difusa e duradoura (SERPELL et al., 1998; PATEL, 2010; STEEDS, 2013). Fibras do tipo C transmitem sensações que podem ser descritas por humanos como "maçante", "latejante" ou "ardente", "mal localizada", e que muitas vezes se apresentam como uma dor constante (ELLISON, 2017). Os nociceptores da fibra C respondem a estímulos térmicos, mecânicos e químicos, já os nociceptores da fibra  $\delta$ A respondem a estímulos mecânicos e mecanotérmicos (SERPELL et al. 1998; PATEL, 2010).

Em situação de dano celular, mediadores inflamatórios irão banhar os nociceptores (STEEDS, 2013), uns aumentando a transmissão da dor, e outros aumentando a sensibilidade ou diminuindo a percepção da dor. Além disso, determinados mediadores podem desencadear efeitos contrários dependendo de seu sítio de ação, como é o caso da histamina, que aumenta a intensidade da dor nos locais periféricos, mas tem um efeito antinociceptivo no cérebro (SERPELL et al., 1998). Algumas substâncias químicas que modulam a ativação periférica dos nociceptores são mostradas na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1.** Substâncias químicas liberadas a partir de estímulos suficiente para causar danos aos tecidos. Fonte: adaptado de Patel (2010).

| <b>Substância</b> | <b>Origem</b>           |
|-------------------|-------------------------|
| Potássio          | Células danificadas     |
| Serotonina        | Plaquetas               |
| Bradicinina       | Plasma                  |
| Histamina         | Mastócitos              |
| Prostaglandinas   | Células danificadas     |
| Leucotrienos      | Células danificadas     |
| Substância P      | Nervo primário aferente |

Na sequência do caminho da dor, os axônios das fibras aferentes nociceptivas adentram a substância cinzenta do corno dorsal da medula, onde fazem sinapse via neurônios de associação (interneurônios) com outros neurônios, ou fazem sinapse direta com os neurônios de projeção, projetando o estímulo em direção à parte superior do SNC. Além disso, a sinapse pode ser feita com neurônios motores que atuam no arco reflexo (MEINTJES, 2012) e com neurônios inibitórios dos tratos descendentes vindos do cérebro (SERPELL et al., 1998). Nessa etapa, a quantidade de neurotransmissores liberados pelo axônio aferente primário é proporcional à força do estímulo inicial de dor (MEINTJES, 2012; ELLISON, 2017).

Na medula espinhal o sinal é modulado antes de ser projetado ao cérebro, onde a dor é processada e percebida (HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017). Nessa etapa, um conjunto de mecanismos é responsável por modular os sinais de dor, possibilitando tanto amplificar quanto inibir o impulso doloroso (STEEDS, 2013). O glutamato e a substância P são diretamente excitatórios, enquanto a maioria das outras substâncias apenas modula a excitabilidade da membrana pós-sináptica (MEINTJES, 2012). As substâncias que têm um efeito inibitório sobre a dor em nível de cornos dorsais da medula incluem o ácido  $\gamma$ -amino butírico (GABA); encefalina, dinorfinas e endorfinas (peptídeos opioides); somatostatina e glicina (está última atuando também como estimulador da dor em algumas partes do sistema nervoso) (MEINTJES, 2012). Essas substâncias químicas atuam em receptores presentes na membrana dos interneurônios ou de neurônios de projeção.

Quando o impulso atinge os neurônios de projeção, tratos ascendentes o direcionam à parte superior do SNC (MEINTJES, 2012; ELLISON, 2017). Os neurônios de projeção conduzem a informação sobre o dano tecidual por meio de cinco vias ascendentes principais (tratos), com diferentes centros nervosos como destino, incluindo o tálamo, a amígdala e o hipotálamo (KLAUMANN et al., 2008). Essa etapa corresponde ao processamento dos estímulos dolorosos no cérebro (MEINTJES, 2012), sendo o tálamo a área-chave para o processamento da informação somatossensorial (STEEDS, 2013).

Além da modulação primária da dor no corno dorsal da medula espinhal, discutida acima, a modulação também pode ocorrer via tratos descendentes, evento denominado antinocicepção. A SCP (substância cinzenta periaquedutal) é uma importante área do tronco encefálico envolvida na redução da dor. Dela partem axônios em direção descendente ao corno dorsal da medula onde são liberados neurotransmissores (SERPELL et al., 1998; HAINLINE, 2005; STEEDS, 2013). O NMR (núcleo magno da rafe) e o *locus coeruleus* são dois outros centros do tronco cerebral que retransmitem as vias descendentes de inibição da dor (SERPELL et al., 1998; HAINLINE, 2005). Os principais neurotransmissores envolvidos na inibição da dor pela via dos tratos descendentes são opiáceos endógenos (principalmente os relacionados aos receptores  $\mu$  e  $\delta$ ), noradrenalina e 5-hidroxitriptamina (5-HT, ou serotonina) (SERPELL et al., 1998; HAINLINE, 2005; STEEDS, 2013).

No caso da dor visceral, que surge dos órgãos internos, as vias da dor são compartilhadas com as da dor somática nos mesmos tratos ascendentes na medula espinhal. Isso resulta que a dor em um órgão interno possa ser interpretada como decorrente de fibras aferentes somáticas convergentes. Assim, a dor visceral pode ser referida ao tecido somático correspondente (STEEDS, 2013). Ou seja, a dor visceral pode irradiar para as correspondentes regiões cutâneas de referência. Enquanto a dor somática é causada por estímulos como cortes e esmagamento, estruturas viscerais não respondem a elas, mas sim à distensão, à inflamação e à isquemia (STEEDS, 2013).

No caso da dor neuropática, esta pode ter origem em danos no sistema nervoso periférico (ex. preensão de um nervo) ou central (ex. lesão na medula espinhal) (DE LOS ARCOS, 2001; STEEDS, 2013; ELLISON, 2017). A região que sofreu o dano tem a capacidade de se adaptar à lesão e pode mudar sua resposta ao estímulo (STEEDS, 2013). Nesse caso, ocorrem mudanças na expressão dos neurotransmissores, neuromoduladores, receptores

e canais iônicos, o que altera a transmissão sensorial da dor (MATHEWS, 2008). Há uma amplificação da dor sem que haja estímulo por injúria ou inflamação (ELLISON, 2017). Um dos mecanismos para explicar como ocorrem essas mudanças está baseado nas respostas obtidas quando fibras do tipo  $\delta$ A ou do tipo C são cortadas ou parcialmente danificadas. Neste sentido, há uma tentativa de reparação, porém sem êxito, não havendo retorno à forma original. Como consequência, um neuroma, ou tumefação se desenvolve ao redor do axônio adjunto e a atividade elétrica ocorre espontaneamente em torno do neuroma, provavelmente devido à alteração da distribuição, expressão e propriedades dos canais de sódio (STEEDS, 2013). Assim, os nervos danificados tornam-se a origem de hiperexcitabilidade e descargas ectópicas, as quais são influenciada por estímulos físicos (ex. calor ou frio), bem como pelo ambiente metabólico e químico do nervo (STEEDS, 2013). Um exemplo típico de dor neuropática é a chamada síndrome do "membro fantasma", denominada assim devido à sensibilidade que humanos relatam sentir procedente de partes de um membro amputado. Em humanos a sensação dessa dor é geralmente descrita como queima, tiro, choque ou formigamento (ELLISON, 2017). Cães demonstram a presença desse tipo de sensação por morder continuamente a cicatriz da cauda amputada. Em alguns casos essa dor é aliviada eliminando a cicatriz ou seccionando os nervos sensitivos logo acima do local da amputação (DE LOS ARCOS, 2001).

## 8.4. INDICADORES DE DOR EM SUÍNOS

A expressão da dor é específica para cada espécie e é influenciada pela idade, raça, perfil individual e pelas sensações de ansiedade e medo (MATHEWS et al., 2014). Perceber a reação de um animal a um estímulo doloroso como desagradável ou aversivo é uma tarefa consideravelmente mais complexa e desafiadora (FLECKNELL, 1986; ISON et al., 2016), uma vez que estes não expressam a dor verbalmente.

Neste sentido, muitos métodos têm sido estudados como possíveis meios de avaliação da dor em suínos, todavia ainda não há uma ferramenta objetiva, precisa e confiável (GÖRANSSON, 2016). Muitos animais exibem sinais comportamentais, sonoros e fisiológicos que indicam a sensação da dor. Ainda que cada evento doloroso possa apresentar diferentes reações, o mais prudente é avaliar tais respostas de forma combinada (LESLIE et al., 2010). Esses indicadores, quando combinados, podem prover informação valiosa sobre a eficácia da aplicação de protocolos anestésicos/analgésicos, de demais tratamentos para a dor e do grau de hiperalgesia de feridas e outras lesões.

Ao avaliar a dor de um animal é necessário conhecer seu comportamento normal, tanto da espécie e, se possível, do indivíduo para evitar interpretações errôneas. De forma geral, animais com dor tendem a permanecer imóveis em suas baias, com aumento na frequência cardíaca e alterações nos padrões de respiração, e a reduzir o consumo de água e comida (FLECKNELL, 1986), o que pode levar a um quadro de desidratação e perda de peso. Por outro lado, animais inquietos, com rigidez dos membros, pode indicar sensação de dor severa (FLECKNELL, 1986).

Alterações fisiológicas podem ser boas indicadoras da sensação de dor em suínos. Concentrações mais elevadas de lactato sanguíneo são encontradas em leitões após a castração em comparação aos não castrados (PRUNIER et al., 2005). Todavia, o corte de cauda e o desgaste dos dentes podem não alterar a concentração desta substância na corrente sanguínea, indicando que a concentração de lactato só é alterada mediante dor ou estresse severo (PRUNIER et al., 2005). As concentrações de cortisol também podem sofrer alterações após eventos dolorosos (SUTHERLAND et al., 2008; SUTHERLAND et al., 2010).

Sabe-se que a dor reduz o apetite de suínos (ISON et al., 2016), entretanto os resultados sobre o comportamento ingestivo como reflexo da dor são controversos. Em estudo avaliando a utilização de cetoprofeno para aliviar a dor de suínos vítimas de canibalismo de cauda, verificou-se que suínos medicados passaram menos tempo no comedouro em relação aos que receberam apenas placebo (VIITASARI et al., 2015). Desta forma, o desempenho dos leitões pode não ser um indicativo preciso do grau de dor, uma vez que é possível não ocorrer alterações mesmo mediante um notório evento que provoca dor (HAY et al., 2003; KLUIVERS-POODT et al., 2012; KLUIVERS-POODT et al., 2013).

A vocalização é considerada um indicativo do estado individual dos suínos, uma vez que os sinais sonoros podem variar de maneira distinta em função do tipo e duração do estímulo estressante (WEARY et al., 1998). Suínos vocalizam intensamente ao serem apanhados, embora não seja necessariamente um evento doloroso. Desta forma, é necessário distingui-los dos sons emitidos em situações normais e não dolorosas (FLECKNELL, 1986). Ao considerar que o som emitido pelos animais é resultado de um estágio emocional particular, o estudo da vocalização pode ser considerado uma ferramenta útil para avaliar os indicativos dolorosos em suínos e, conseqüentemente, o grau de bem-estar (DUNCAN, 2005; Moura et al., 2008). Por outro lado, é importante ter em mente que, por vezes, eventos dolorosos podem também suprimir a expressão vocal (HERSKIN E DI GIMINIANI, 2017).

Estudos evidenciam alterações nas emissões sonoras dos leitões durante os manejos de castração, indicando que o estímulo doloroso altera as características do som emitido, principalmente pelo aumento da frequência (>1000 Hz) (MARX et al., 2003; PUPPE et al., 2005; LEIDIG et al., 2009). O uso de anestésicos pode diminuir a intensidade da manifestação sonora oriunda da castração (HANSSON et al., 2011). Em estudo conduzido por Marx et al. (2003), os autores identificaram tipos diferentes de vocalizações baseados nos parâmetros sonoros de picos e frequências. Neste estudo, as vocalizações foram significativamente mais frequentes em leitões castrados sem anestesia.

Diferentes manifestações sonoras também podem ser identificadas em resposta ao desmame, corte de cauda e aos procedimentos de identificação, indicando que esses eventos são fontes de estímulos dolorosos em leitões (NOONAN et al., 1994; WEARY et al., 1997; LESLIE et al., 2010). Apoiados pelas tecnologias de precisão, atualmente há *softwares* que auxiliam na análise e interpretação de emissões sonoras por suínos mediante situações estressantes e dolorosas (MARX et al., 2003; SCHÖN et al., 2004; MOURA et al., 2008). Neste sentido, o monitoramento da vocalização de um animal permite identificar a reação específica de cada indivíduo de uma forma não invasiva (DUNCAN, 2005).

Suínos também podem alterar o padrão comportamental durante um evento doloroso, embora as repostas variem de acordo com o estímulo. Para alguns autores está claro que os comportamentos relacionados à dor dão mais credibilidade aos estudos de avaliação de dor (ISON et al., 2016). Em decorrência da dor oriunda da castração, suínos manifestam comportamento de fuga ou evitação, espasmos, prostração, rigidez ao caminhar, tremores, além de permanecerem amontoados, friccionarem o posterior contra o piso ou a parede (HAY et al., 2003; LEIDIG et al., 2009; KLUIVERS-POODT et al., 2013) e isolarem-se de seus irmãos (TENBERGEN et al., 2014a; GOTTARDO et al., 2016).

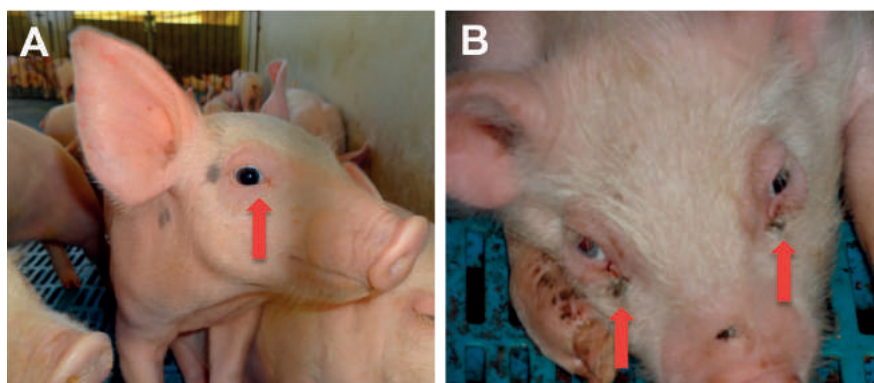
A identificação realizada nas orelhas pode desencadear maior incidência de comportamentos direcionados para coçar a orelha e tremores na cabeça (LESLIE et al., 2010). Após o corte de cauda, leitões tendem a passar mais tempo sentados (ver **Figura 1** a seguir), a fim de aliviar a dor e proteger a ferida (SUTHERLAND et al., 2008).

**Figura 1.** O padrão comportamental dos animais é um bom indicador em estudos que avaliam a dor. Uma das mudanças comportamentais que pode ocorrer em leitões que sofrem corte de cauda é permanecer mais tempo sentados. (Crédito: acervo pessoal dos autores).



Em uma abordagem recente, autores apontam que a coloração da secreção que se acumula abaixo dos olhos de suínos (lágrimas) é influenciada pelos procedimentos de corte de cauda e lesões na orelha. O estudo sugere que a coloração lacrimal (ver Figura 2 a seguir) é um indicador promissor e de baixo custo para ser utilizado como ferramenta complementar na avaliação do grau de bem-estar na suinocultura comercial (TELKÄNRANTA et al., 2015). Todavia, mais estudos são necessários para aprimorar o método e comprovar sua eficácia.

**Figura 2.** A secreção abaixo dos olhos dos suínos pode ser isenta de colocação (A) ou não (B). Essa característica vem sendo estudada como possível indicador de bem-estar animal, que poderia estar relacionada a procedimentos dolorosos. (Crédito: acervo pessoal dos autores)



A análise das expressões faciais está sendo utilizada em um número crescente de espécies, como coelhos, ovelhas, ratos e cavalos, e, recentemente, aplicada também em suínos. Na pesquisa realizada por Di Giminiani et al. (2016), os autores observaram alterações faciais devido ao corte de cauda, mas não devido à castração. Em estudo realizado por Göransson (2016), após administração por via tópica de capsaicina, foram observadas mudanças nas expressões faciais evidenciados pelos movimentos e posição das orelhas, aparência dos



olhos e do focinho e tensão ao redor da boca e ao longo das bochechas. É válido ressaltar que a avaliação das expressões faciais requer validação, entretanto pesquisadores sugerem que essa pode se tornar uma ferramenta útil para identificar dor aguda em suínos.

Na avaliação da dor, uma medida rápida e de fácil aplicação é a sensibilidade à pressão utilizando algômetro. Alterações na sensibilidade à pressão refletem respostas inflamatórias associadas ao dano tecidual, que pode induzir hiperalgesia ou alodinia (GOTTARDO et al., 2016). No estudo de Gottardo et al. (2016), em que leitões foram submetidos a diferentes tratamentos de alívio da dor na castração, essa medida mostrou-se sensível e bastante coerente com as mudanças nas respostas de cortisol.

## 8.5. CONTROLE DA DOR EM SUÍNOS

A presente seção aborda apenas as formas de tratamento farmacológico da dor. Contudo, o tratamento pode demandar associação com medidas acessórias, como isolamento e provimento mais fácil de recursos, incluindo área de descanso, comida e água. Segundo Hall et al. (2000), partindo da premissa de que a "dor é a percepção consciente de um estímulo nocivo", duas condições para o controle da dor podem ser pensadas: 1) anestesia geral, pela qual o animal se torna inconsciente e exânime de seus arredores e; 2) analgesia e anestesia local, pela qual o animal, embora ciente de seus arredores, demonstra reduzida ou ausente percepção de dor. Contudo, o fato de o animal estar submetido à anestesia geral não necessariamente indica que não está sentindo dor. Alguns fármacos utilizados na anestesia geral podem ter ação analgésica muito limitada, como no caso da combinação de azaperone e metomidato, sendo aconselhável nesses casos a inclusão de um fármaco analgésico na associação (HALL et al., 2000).

Normalmente, a anestesia geral ou local pode ser usada no alívio da dor e distresse durante procedimentos cirúrgicos, como a castração em leitões, enquanto a dor pós-operatória pode ser aliviada com analgesia. Alguns países já requerem o uso de ferramentas para o alívio da dor na castração de leitões. Anestesia local combinada à analgesia é mandatória desde 2002 na Noruega; anestesia geral é aplicada desde 2010 na Suíça; e o sistema de qualidade e segurança alimentar da Alemanha demanda analgesia desde 2009 (ALUWÉ et al., 2015).

Embora a anestesia geral possa ser um método eficaz para controle da dor, há algumas dificuldades em sua utilização em campo. Muitos países permitem a utilização de anestésicos gerais apenas por veterinários, além disso, no caso da anestesia geral inalatória, são necessários equipamentos especiais (GOTTARDO et al., 2016). Ademais, a anestesia geral requer a manutenção do suíno de seis a oito horas em jejum e duas horas em privação de água e, animais de determinadas raças e linhagens podem ser mais suscetíveis à "Hipertermia Maligna", uma anomalia que provoca rigidez muscular generalizada, aumento grave e duradouro da temperatura corporal, hipercalemia e acidose metabólica, podendo ocorrer morte por hipóxia celular (HALL et al., 2000). Suínos submetidos à anestesia geral devem ser mantidos em um ambiente quente até que se recuperem completamente, do contrário podem entrar em hipotermia. Tendo em vista estas dificuldades, métodos de anestesia local têm sido mais estudados e mais utilizados no dia-a-dia da produção.

A anestesia local (aqui denominada também como analgesia local) é bastante adequada para castração de suínos machos com até cinco meses de idade, sendo a anestesia geral, provavelmente, mais satisfatória para animais mais velhos (HALL et al., 2000). No campo, a administração intratesticular é um método prático de analgesia local. Uma agulha de tamanho e calibre adequado ao tamanho do animal é introduzida perpendicularmente através da pele escrotal e avança até próximo ao centro do testículo. Nesse ponto, a

dependem do tamanho do animal, são injetados entre 3 a 15 ml de cloridrato de lidocaína a 2% e, à medida que a agulha é retirada pelo tecido subcutâneo por baixo da pele escrotal injeta-se mais 2 a 5 ml. O procedimento se repete no outro lado e, após cinco minutos a cirurgia pode ser iniciada (HALL et al., 2000).

A analgesia pode ser obtida por meio da ligação de substâncias antagonistas em receptores excitatórios ou pela ligação de substâncias agonistas em receptores inibitórios. As substâncias analgésicas utilizadas na prática veterinária incluem anestésicos locais (como previamente descrito acima), anti-inflamatórios não esteroides, opioides, antagonistas dos receptores N-metil-D-aspartato, anticonvulsivantes (ex. barbitúricos e benzodiazepínicos), agonistas  $\alpha_2$  e glicocorticoides, estes últimos sem ação analgésica própria, mas implicados indiretamente no manejo da dor.

Esses agentes podem ser utilizados isoladamente ou em combinação, de maneira que bloqueiam o caminho da dor em diversos pontos. A combinação de fármacos que atuam em locais diferentes, denominada analgesia polimodal, aproveita o efeito sinérgico de diferentes analgésicos, melhorando seu efeito e diminuindo a dose de cada um deles e, por consequência, também seus efeitos colaterais (FERNÁNDEZ et al., 2001).

Muitos agentes injetáveis estão disponíveis. No caso da anestesia geral, poucos agentes anestésicos podem produzir anestesia quando utilizados isoladamente, sendo assim, a maioria é utilizada em combinações. Demais fármacos podem ser utilizados como pré-anestésicos para reduzir a ansiedade ou para oferecer analgesia adicional (WOLFENSOHN e LLOYD, 2013). A Tabela 2 a seguir apresenta uma lista com três classes de fármacos e associações farmacológicas que vêm sendo utilizados em suínos em condições experimentais.

**Tabela 2.** Fármacos indicados como sedativos, anestésicos e analgésicos para suínos. Alguns medicamentos podem não estar licenciados para uso nessa espécie no Brasil. Intervalos entre administração e início do efeito, duração do efeito, doses, e vias e frequências de administração variam conforme o fármaco. A dose depende dos efeitos depressores no SNC dos agentes administrados concomitantemente, do estado físico do suíno e do efeito desejado. **Fonte:** Adaptado de Wolfensohn e Lloyd (2013), Clarke e Trim (2014) e University of South Florida [20--].

| <b>Sedativos</b>          | <b>Anestésicos<sup>3</sup></b>       | <b>Analgésicos</b> |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Azaperone                 | Alfaxalona                           | Buprenorfina       |
| Diazepam                  | Propofol                             | Morfina            |
| Acepromazina <sup>1</sup> | Metomidato                           | Meperidina         |
| Clorpromazina             | Tiopental                            | Petidina           |
| Droperidol                | Pentobarbital                        | Meloxicam          |
| Medetomidina              | Acepromazina + cetamina              | Cetoprofeno        |
| Midazolam                 | Medetomidina + cetamina              | Ácido tolfenâmico  |
| Xilazina <sup>2</sup>     | Xilazina + cetamina                  | Flunixin           |
|                           | Anestésicos inalatórios <sup>4</sup> | Carprofeno         |
|                           |                                      | Aspirina           |
|                           |                                      | Butorfanol         |
|                           |                                      | Flunixin meglumine |
|                           |                                      | Fenilbutazona      |
|                           |                                      | Anestésicos locais |

<sup>1</sup>Não tão efetivo como em outras espécies.

<sup>2</sup>Inefetiva quando administrada sozinha.

<sup>3</sup>Nem todos os agentes anestésicos provêm analgesia (ex. propofol e tiopental).

<sup>4</sup>A anestesia, particularmente inalatória (sobretudo com halotano e isoflurano), tem sido relatada como potencial desencadeante de hipertermia maligna em suínos.



### 8.5.1. Anestésicos locais

Os anestésicos locais são compostos que, quando aplicados em qualquer parte do tecido nervoso, bloqueiam de forma reversível a condução nervosa. São utilizados ao nível de nociceptores, de nervos, de troncos nervosos ou de gânglios (DE LOS ARCOS, 2001). Sendo assim, a analgesia produzida pelos anestésicos locais pode ser local ou regional, sendo sua administração tópica por infiltração subcutânea ou submucosa e por injeção periférica, paravertebral ou perineural (HALL et al., 2000). Seu mecanismo de ação decorre do impedimento da gênese e propagação dos potenciais de ação por meio do bloqueio dos canais de Na<sup>+</sup> voltagem dependentes da membrana celular da fibra nervosa (DE LOS ARCOS, 2001), o que impede a despolarização da membrana e a condução do impulso excitatório ao longo dos nervos periféricos (FERNÁNDEZ et al., 2001).

A anestesia local pode apresentar as seguintes vantagens: redução do risco da anestesia geral devido o seu baixo ou nulo efeito tranquilizante no animal; prevenção da hiperalgesia; redução da dose de outros fármacos anestésicos; melhor recuperação pós-anestésica. Efeitos adversos não são frequentes, porém neonatos são mais sensíveis à intoxicação sendo necessário calcular cuidadosamente a dose e aspirar a seringa antes de injetar o fármaco a fim de evitar injeção intravenosa (FERNÁNDEZ et al., 2001). Contudo, embora a analgesia proporcionada por essa modalidade de anestesia reduza a dor decorrente de procedimentos cirúrgicos como a castração, por exemplo, ela não é suficiente para amenizar a dor pós-operatória (ALUWÉ et al., 2015).

Uma técnica anestésica adequada a ser utilizada como rotina na castração de leitões deve permitir rápida execução, induzir minimamente o estresse, fornecer analgesia pós-operatória, ser economicamente viável e permitir uma rápida recuperação dos animais, uma vez que leitões sedados são mais propensos a serem esmagados e a sofrerem hipotermia (HAGA e RANHEIM, 2005). O anestésico local pode cumprir a maioria desses critérios, contudo sua efetividade na redução da dor e estresse tem gerado resultados contraditórios. Apesar dos resultados controversos, no estudo de Leidig et al. (2009), embora a injeção intratesticular de anestésico tenha aumentado de forma significativa as vocalizações e comportamentos relacionados ao estresse, provavelmente em decorrência da estimulação mecânica dos nociceptores devido à agulha e ao volume injetado, o distresse foi significativamente reduzido pela anestesia local. A castração sem anestesia local induz uma resposta nociceptiva mais acentuada que a castração com lidocaína-adrenalina intratesticular ou injetada no *funiculus spermaticus*, indicando que a aplicação desse anestésico nestas estruturas reduz a dor (HAGA E RANHEIM, 2005). As respostas nocivas das injeções com lidocaína foram menos intensas que as respostas nocivas das castrações sem anestesia local (HAGA E RANHEIM, 2005).

Pode não ser tão simples implantar na prática todas as condições necessárias para um adequado protocolo de anestesia local, incluindo corretos intervalos de aplicação do anestésico e do intervalo entre aplicações e cirurgia, bons padrões higiênicos e contenção e manipulação correta dos leitões (LEIDIG et al., 2009). A aplicação de alguns anestésicos e analgésicos requer uma dupla contenção do animal (para aplicar o fármaco e posteriormente para efetivar o manejo cirúrgico) aumentando o estresse e o desconforto dos leitões e demandando mais mão-de-obra, o que pode reduzir os benefícios práticos dessa abordagem.

### 8.5.2. AINEs (anti-inflamatórios não esteroides)

Dentro do grupo dos AINEs estão incluídos muitos compostos que nem sempre compartilham relação química, mas apresentam efeitos terapêuticos comuns: são analgésicos, antipiréticos e anti-inflamatórios (FERNÁNDEZ et al., 2001). Contudo, cada fármaco possui graus diferentes no controle desses efeitos. A fenilbutazona e o ibuprofeno, por exemplo, são anti-inflamatórios e antipiréticos e, em menor medida, analgésicos, enquanto o acetaminofeno e a dipirona são antipiréticos e analgésicos, com poucos efeitos anti-inflamatórios (FERNÁNDEZ et al., 2001; Brune, 2010).

O mecanismo de ação dos AINEs se dá por meio da inibição da enzima COX (ciclooxygenase) e, portanto, da síntese de prostaglandinas participantes de mecanismos da gênese da inflamação, da dor e da febre (DE LOS ARCOS, 2001). Os inibidores da enzima COX, embora inibam a hiperalgesia tanto periférica como central, exercem um maior efeito no corno dorsal da medula espinhal, sendo, portanto, incorreto denominá-los "analgésicos periféricos" (BRUNE, 2010). No local do trauma ou da inflamação ocorre aumento da COX-2. Os AINEs incluem os inibidores da COX-2, enzima envolvida na formação de prostaglandina E2 (PGE2), a qual é responsável pela intensificação da sensação de dor periférica (MEINTJES, 2012). Nos casos de traumas, inflamação e dano tecidual ocorre também aumento da produção de COX-2 nas células do corno dorsal da medula espinhal (BRUNE, 2010).

Os inibidores de COX incluem substâncias novas e antigas, como acetaminofeno/paracetamol, aspirina, dipirona, ibuprofeno, indometacina e piroxicam (BRUNE, 2010). Os AINEs inibidores não seletivos da COX-2 (ex. aqueles que inibem também a COX-1, como o paracetamol, piroxicam e diclofenaco), além de seus efeitos analgésicos, inibem a formação de muco no estômago, podendo causar ulceração gástrica (MEINTJES, 2012), e podem interferir na coagulação do sangue. O diclofenaco, particularmente, embora não seja um inibidor específico da COX-2, provê maior inibição da COX-1 e possui rápida absorção (BRUNE, 2010). É um fármaco amplamente utilizado na suinocultura.

Anti-inflamatórios não esteroides, incluindo meloxicam e cetoprofeno, são os tipos mais comuns de analgésicos administrados em animais de produção, sendo com frequência recomendados para uso em leitões para alívio da dor (VISCARDI e TURNER, 2018). Enquanto o meloxicam tem mostrado variáveis efeitos sobre a redução da dor induzida pela castração cirúrgica em leitões, o cetoprofeno não tem sido consistentemente pesquisado nesse intuito. Tenbergen et al. (2014a), baseados em observações comportamentais e de concentração de cortisol, verificaram que leitões tratados com meloxicam (0,4 mg/kg) pré-operatório tiveram redução da dor pós-castração. Por outro lado, no estudo de Viscardi e Turner (2018), meloxicam, tanto em sua dose recomendada (0,4 mg/kg) como em doses altas (1,0 mg/kg), bem como o cetoprofeno (6,0 mg/kg), não foram efetivos na prevenção ou no alívio da dor induzida pela castração de leitões. Embora o uso de AINEs seja amplamente difundido, outros resultados também têm demonstrado que a aplicação de meloxicam, mesmo quando administrado preventivamente, não atenua a dor após procedimentos cirúrgicos em leitões como corte da cauda, castração ou corte da cauda e castração juntos (HERSKIN et al., 2016).

O cetoprofeno aplicado em matrizes após o parto também não provocou melhora da recuperação pós-parto, incluindo ingestão de ração pela fêmea, transferência imune (IgG) aos leitões e desempenho dos leitões (ISON et al., 2017). Contudo, os autores do estudo levantaram a hipótese de que o fármaco poderia prover vantagens caso a aplicação fosse feita apenas nas fêmeas que claramente poderiam se beneficiar de um alívio da dor (ex. matrizes com dificuldade no parto ou com comportamentos exacerbados indicativos de dor) (ISON et al., 2017). Fármacos como meloxicam e cetoprofeno não são tão irritantes

para os tecidos quanto alguns outros AINEs, mas podem causar algum dano tecidual local na aplicação intramuscular, sendo a administração oral, portanto, menos dolorosa e favorável aos animais quando o tratamento requer vários dias, como é comum em casos de desordens locomotoras que causam claudicação (MUSTONEN et al., 2011).

De forma geral, os AINEs possuem atividade analgésica moderada ou média, inferior aos analgésicos opioides, mas não provocam alterações de percepção ou sensoriais como estes últimos (DE LOS ARCOS, 2001), tampouco causam depressão respiratória (FERNÁNDEZ et al., 2001). São utilizados em dores articulares, musculares e de diversas etiologias (DE LOS ARCOS, 2001).

### 8.5.3. Opioides

Os opioides (analgésicos narcóticos) são os analgésicos mais potentes (HAINLINE, 2005). Recebem este nome devido à sua afinidade pelos receptores opioides (DE LOS ARCOS, 2001), imitando a ação dos opioides endógenos com a diferença de não serem rapidamente inativados por peptidases (SERPELL et al., 1998). Nesse grupo encontram-se a morfina, a codeína, a tebaína e uma grande variedade de congêneres semissintéticos derivados destes (FERNÁNDEZ et al., 2001). Embora provoquem intensa analgesia sobre o SNC, a morfina e outros opioides nem sempre são eficazes. A dor musculoesquelética aguda ou traumática, por exemplo, é melhor controlada por inibidores da COX, como o diclofenaco (BRUNE, 2010).

A ação analgésica dos opioides se baseia principalmente na interação com receptores opioides dos quais são descritos três tipos,  $\mu$ ,  $\delta$  e  $\gamma$ , os quais possuem diferentes subtipos e funções para cada tipo de receptor e estão distribuídos por várias partes do organismo, sobretudo no encéfalo e na medula espinhal (DE LOS ARCOS, 2001; Fernández et al., 2001). Cada fármaco possui diferentes níveis de afinidade por um ou mais receptores - quanto maior a afinidade, mais tempo o fármaco permanece unido ao receptor (FERNÁNDEZ et al., 2001). Os fármacos agonistas do receptor opioide  $\mu$ , como a morfina, são analgésicos altamente eficazes, servindo para dores de grande intensidade, crônicas ou agudas, independente de sua localização (DE LOS ARCOS, 2001). Contudo, em nível de SNC o efeito dos opioides seletivos por receptores  $\mu$  pode provocar, além de analgesia, miose, depressão respiratória, bradicardia, e também constipação do trato gastrointestinal (DE LOS ARCOS, 2001). Os efeitos secundários podem ser revertidos com a utilização de naloxona, o antagonista opioide de excelência (FERNÁNDEZ et al., 2001).

O fentanil é um opioide sintético agonista dos receptores  $\mu$  80 -100 vezes mais potente que a morfina. Seu efeito dura cerca de 30 minutos. Devido sua alta potência e baixa toxicidade tem se convertido em fármaco de eleição em diferentes tipos de anestesia com opioides (DE LOS ARCOS, 2001). O tramadol é um opioide com maior afinidade por receptores  $\mu$ , possui baixo custo, é de fácil aquisição e ocasiona mínimos efeitos colaterais, sendo uma boa opção no controle adequado da dor (Comassetto et al., 2014).

Cetamina associada à midazolan pode ser bastante efetiva na sedação de suínos (Linkenhoker et al., 2010). Quando adicionado tramadol junto a esses dois fármacos no protocolo anestésico, a sedação e consequente analgesia podem ser potencializadas, com boa estabilidade cardiovascular, bom relaxamento muscular, demonstrando ser um protocolo efetivo para castração eletiva em suínos com três meses de idade (Comassetto et al., 2014).

#### 8.5.4. Agonistas $\alpha_2$

Fármacos agonistas  $\alpha_2$  possuem ação sedativa, analgésica e relaxante muscular. Os receptores  $\alpha_2$  estão localizados no nível do SNC e no sistema nervoso autônomo nos terminais pré e pós-sinápticos, além de vários outros locais no organismo. A ativação desses receptores bloqueia a liberação de noradrenalina, um neurotransmissor implicado na transmissão da dor (FERNÁNDEZ et al., 2001).

A ligação de catecolaminas a receptores do tipo  $\alpha_2$  adrenérgicos hiperpolariza neurônios de projeção espinhal e também inibe a liberação de neurotransmissores dos neurônios aferentes de dor primária (MEINTJES, 2012). Alguns agonistas  $\alpha_2$  podem causar bradicardia, hipotensão e sedação (SERPELL et al., 1998). Os efeitos hemodinâmicos são menores quando a aplicação é intramuscular em detrimento da intravenosa (FERNÁNDEZ et al., 2001).

Podem ser utilizados como tranquilizantes para pequenos procedimentos como sutura de feridas, contudo, para procedimentos mais dolorosos é conveniente associá-los a outros analgésicos como opioides ou anestésicos locais (FERNÁNDEZ et al., 2001). Na espécie suína, fármacos agonistas  $\alpha_2$  geralmente são ineficazes como sedativos, embora possam suavizar as reações adversas da cetamina (HALL et al., 2000). São úteis também como pré-medicação anestésica. Essa classe inclui a xilazina e a medetomidina, sendo esta última muito mais potente e seletiva aos receptores  $\alpha_2$  adrenérgicos que a primeira.

#### 8.5.5. Glicocorticoides

Os glicocorticoides não são analgésicos propriamente ditos, mas possuem efeito anti-inflamatório capaz de reduzir os mediadores químicos implicados na cascata da dor. Grande parte de sua ação se dá por meio do bloqueio da cascata do ácido araquidônico, responsável por diversos fenômenos. O principal representante desse grupo é a hidrocortisona, mas também se incluem nele a prednisona, a prednisolona, a metilprednisolona, a dexametasona e a betametasona. São úteis para o controle da dor musculoesquelética causada pela inflamação aguda, mas só em curto prazo (FERNÁNDEZ et al., 2001).

#### 8.5.6. Cetamina

A cetamina é um anestésico dissociativo, uma modalidade anestésica caracterizada por deprimir algumas áreas do SNC enquanto outras são estimuladas. Portanto, não pode ser considerado como um fármaco que promove anestesia geral. De acordo com De los Arcos (2001), a cetamina tem ação curta e provoca perda de consciência, imobilidade, amnésia e analgesia. Seu mecanismo de ação decorre do bloqueio do receptor NMDA, inibindo os efeitos do glutamato, um neurotransmissor excitatório (MEINTJES, 2012).

Esse fármaco tem sido utilizado em doses sub-anestésicas no tratamento da dor (MEINTJES, 2012). Os efeitos sobre o SNC costumam ser muito rápidos, mas não se produz relaxamento muscular (FERNÁNDEZ et al., 2001). A cetamina utilizada isoladamente não é suficiente na redução da dor nem sequer em procedimentos que causem um grau médio de dor (FERNÁNDEZ et al., 2001).

A administração intramuscular de cetamina pode causar dor devido à irritação tecidual pelo baixo pH (3,5) da preparação aquosa (Santos et al., 2015). Em suínos, a administração de cetamina provoca boa analgesia somática e sedação, contudo não pode ser utilizada isoladamente por provocar hipertonia (Comassetto et al., 2014). Fármacos agonistas  $\alpha 2$  podem amenizar os efeitos adversos da cetamina (HALL et al., 2000).

### 8.5.7. Condições a serem contornadas para viabilizar o controle da dor em suínos

A efetividade dos fármacos, seu custo, mão de obra e tempo necessários na sua administração, período de tempo para início da ação, e viabilidade de aquisição por pessoas que não sejam veterinários (ex. opioides, que são drogas com venda controlada) são fatores que podem limitar seu uso prático no dia a dia das explorações. Um efetivo controle da dor pode demandar mais de uma dose do fármaco analgésico, aumentando os custos e demandando mais tempo e mão-de-obra. Outras potenciais barreiras para maior difusão no uso de estratégias para alívio da dor em suínos é a falta de conhecimento por parte dos produtores, falha na comunicação entre produtores e veterinários e falhas em identificar suínos que estejam sentindo dor (ISON e RUTHERFORD, 2014).

Embora uma ampla variedade de fármacos possa ser utilizada no controle da dor em suínos, alguns métodos de anestesia e analgesia demandam métodos robustos de contenção para sua administração (BACKUS e MCGLONE, 2018). Além disso, pode ser difícil implementar na prática da granja um intervalo alto de tempo entre a aplicação dos fármacos, para a otimização de seu efeito, e a realização do manejo do leitão (ex. corte da cauda) (Herskin et al., 2016), e caso seja necessário um veterinário realizar a aplicação do fármaco isso pode não ser economicamente viável ao produtor (BACKUS e MCGLONE, 2018).

Há uma ampla variedade de fármacos que podem ser utilizados, individualmente ou associados a outros, para um controle efetivo da dor em suínos. As dificuldades de implantação desse manejo nas granjas devem ser constantemente contornadas, pois é provável que futuramente, assim como já ocorre em muitos países, a analgesia se torne condição obrigatória para realização de diversos manejos dolorosos que atualmente no Brasil, de forma geral, são realizados sem aplicação de medicação analgésica. A definição de qual o melhor fármaco a se utilizar não deve se basear apenas nas informações apresentadas aqui. Em outros países onde já é mandatário ou recomendado o emprego de analgesia em procedimentos dolorosos em suínos, a exemplo do Canadá, nem mesmo guias para cuidados e manejo de animais de abrangência nacional, como o "*Code of Practice for the Care and Handling of Pigs*" (Código de Boas Práticas para o Cuidado e Manejo de Suínos), estabelecem quais substâncias devem ser utilizadas (NFACC, 2014). Cabe aos veterinários que prestam assistência às explorações decidir, junto dos produtores, os melhores protocolos de acordo com cada situação individual, lembrando-se que existem substâncias de venda e uso controlados.

## 8.6. MANEJOS E OUTRAS CONDIÇÕES QUE CAUSAM DOR NOS SUÍNOS

Diversas circunstâncias observadas na rotina de granjas de produção intensiva confinada podem desencadear dor nos suínos. Isso inclui doenças, lesões e procedimentos

de mutilação. No que se refere a estes últimos, a castração, corte da cauda, corte ou desgaste dos dentes e as identificações são procedimentos que só devem ser executados por pessoal treinado e quando forem definidos como necessários (ou seja, não como rotina) para facilitar o manejo, satisfazer requisitos do mercado ou ambientais, melhorar a segurança humana ou resguardar o bem-estar animal (OIE, 2018). Essas circunstâncias serão melhor discutidas a seguir.

### 8.6.1. Castração

O objetivo da castração dos suínos machos é a prevenção do odor e sabor desagradável da carne, decorrentes da presença de androstenona e escatol (RAULT et al., 2011). Além da preservação das características sensoriais da carne, esse manejo visa a modificar o padrão comportamental dos leitões, reduzindo a incidência de comportamentos sexuais e agressivos, fontes importantes de dor devido às consequentes lesões e injúrias. Em termos de bem-estar, o argumento mais forte contra a sua realização refere-se à dor durante e após o procedimento e, por sua natureza cirúrgica, a dor oriunda da castração é considerada maior do que as geradas pelo corte de cauda e desgaste dos dentes.

A castração de leitões machos (ver **Figura 3** a seguir), quando realizada sem adequada anestesia/analgesia, é aceita como causa de dor e grave comprometimento do bem-estar animal (HAGA e RANHEIM, 2005; LEIDIG et al., 2009). Estudos evidenciam alterações fisiológicas e comportamentais relacionadas à dor aguda e crônica, envolvendo desconforto emocional e físico (VON BORELL et al., 2009). Pesquisas abordando as alterações fisiológicas provocadas pela castração mostram aumento nas concentrações de cortisol sanguíneo (PRUNIER et al., 2005; SUTHERLAND et al., 2010). Como manifestação de comportamentos indicativos de dor, cita-se prostração, rigidez ao caminhar, tremor, redução das atividades dirigidas ao úbere e inatividade, sobretudo, nas primeiras horas após a castração (HAY et al., 2003; Moya et al., 2008). Leidig et al. (2009) demonstraram por meio de um método que avalia vocalizações relacionadas ao estresse e por padrões comportamentais que, inequivocamente, a castração sem anestesia é uma grave causa de estresse e desconforto em leitões machos.

**Figura 3.** A castração realizada sem anestesia/analgesia é um manejo que causa dor e compromete o bem-estar animal.  
**Crédito:** acervo pessoal dos autores.





Embora estudos comprovem a eficácia da ação combinada de anestésicos e analgésicos para a redução da dor (PRUNIER et al., 2005), a castração é um procedimento habitualmente realizado sem a administração desses artifícios, pois em condições comerciais o procedimento tem sua aplicabilidade questionada uma vez que representa um manejo adicional de efetividade variável (VON BORELL et al., 2009) e um custo extra para o produtor (RAULT et al., 2011; ALUWÉ et al., 2015).

Uma alternativa para prevenir o odor de macho inteiro sem o uso da castração cirúrgica é implementar a imunocastração, comumente utilizada no Brasil, na Nova Zelândia e na Austrália. Já na União Europeia, apesar de registrada para uso desde 2009, há baixa aceitação pelo mercado consumidor (ALUWÉ et al., 2015). Demais vantagens do uso da imunocastração incluem o aproveitamento do potencial de desempenho dos machos inteiros e a maior deposição de carne, aliadas à manutenção da palatabilidade (DUNSHEA et al., 2001).

## 8.6.2. Corte da cauda

A realização do corte da cauda, ou caudectomia, vem sendo criticada pela sociedade e, nesse sentido, a União Europeia criou legislação específica para impedir a realização do procedimento (Diretriz 2001/93/EC; 2001). No Brasil o procedimento não é mais recomendado pelo Conselho Federal de Medicina Veterinária (Resolução nº 877, de 15 de fevereiro de 2008). A justificativa da sua realização é reduzir e prevenir a ocorrência e a severidade do canibalismo de cauda, a caudofagia, comportamento observado principalmente durante as fases de crescimento e terminação.

Comumente, é realizado no terço final da cauda com auxílio de um instrumento que permita cortar a cauda sem cauteriza-la, ou cortar e ao mesmo tempo cauterizar a ferida (ver **Figura 4** a seguir), visando à rápida cicatrização e a prevenção de hemorragias. Todavia, estudos indicam que, se realizada de forma inadequada, a caudectomia pode facilitar a entrada de bactérias e aumentar a incidência de septicemias, abscessos e artrites. Durante a realização do procedimento e nas primeiras horas subsequentes suínos sentem dor, fato evidenciado pelas maiores concentrações de cortisol (SUTHERLAND et al., 2008), aumento no número de vocalizações, bem como alterações na frequência vocal (Marchant-Forde et al., 2009). Além disso, leitões submetidos a esse manejo, independente da extensão da cauda cortada, demonstram sinais comportamentais de dor durante e após o procedimento (Herskin et al., 2016), passando mais tempo sentados numa tentativa de minimizar a sensação dolorosa (SUTHERLAND et al., 2008).

**Figura 4.** Mesmo que o instrumento utilizado cauterize a ferida ao mesmo tempo em que a cauda é cortada (A), prevenindo hemorragias e proporcionando rápida cicatrização (B, círculo preto), alguns leitões podem permanecer com a ferida aberta (B, círculo vermelho), sendo uma potencial porta de entrada para bactérias causadoras de infecções sistêmicas, fontes futuras de dor. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.





Em longo prazo, a dor oriunda do corte de cauda pode levar o leitão a mudanças na postura e a desenvolver comportamentos de autocuidado na região dolorida, além de interferir negativamente no *status* sanitário, reprodutivo e no desempenho dos animais (NANNONI et al., 2014). Autores observaram uma redução significativa do ganho de peso de leitões submetidos à caudectomia em até 70 dias após o procedimento (MARCHANT-FORDE et al., 2009; ZHOU et al., 2013).

A eficácia do uso de anestesia para mitigar a dor oriunda do corte de cauda é controversa. Pesquisadores sugerem que a principal desvantagem do uso de anestesia é a intensa manipulação do animal que pode levar a uma resposta de estresse (NANNONI et al., 2014). É válido ressaltar que o corte preventivo da cauda de suínos pode, de fato, colaborar para a redução do canibalismo, todavia há também a possibilidade de apenas mascarar as verdadeiras causas do problema, que permanecerão sem solução.

### 8.6.3. Corte ou desgaste de dentes

Ao nascer os leitões apresentam os dentes caninos e os primeiros pré-molares, superiores e inferiores, já eclodidos. Na rotina da suinocultura tecnicizada brasileira ainda é comum a prática da redução do tamanho destes dentes por meio de corte, geralmente realizado com alicate, ou do desgaste, normalmente utilizando um desgastador rotativo elétrico (ver **Figura 5** a seguir).

**Figura 5.** Manejo de redução do tamanho de dentes dos leitões utilizando desgastador rotativo elétrico. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



A justificativa para sua adoção é evitar lesões nos tetos das matrizes e entre os leitões por disputas pelos tetos. Entretanto, a prática desse manejo vem sendo contestada, dentre outros motivos, por ser doloroso e por expor os animais a infecções bucais (AVMA, 2014), como pulpites e abscessos, além de não ser incomum cortes na língua e gengivas.

Essas lesões, por sua vez, são consideradas dolorosas (GUATTEO et al., 2012). As sequelas decorrentes desse manejo podem prejudicar o desempenho zootécnico dos animais nas fases posteriores (NOTTAR, 2007; KOLLER et al., 2008). Dessa forma, o manejo possui supostas vantagens - menos lesões externas nos leitões e nos úberes das fêmeas -, mas reais desvantagens, como dor e desordens na saúde e no desempenho dos leitões (SILVA et al., 2015).

Dessa forma, a redução do tamanho dos dentes não deve ser um manejo de rotina, mas sim uma solução quando as lesões começam a ocorrer sem que outras razões (ex. insuficiente produção de leite) sejam o motivo (GUATTEO et al., 2012). Outros aspectos relacionados a cada tipo de procedimento devem ser analisados antes de se definir qual método de ressecção adotar, como o tempo gasto na contenção do leitão até o término do procedimento. O método de desgaste com desgastador rotativo requer mais tempo de contenção do leitão em comparação ao método de corte com alicate, possivelmente ocasionado mais estresse ao animal (LEWIS et al., 2005; MARCHANT-FORDE et al., 2009).

De maneira crítica, os responsáveis pelo dia a dia das granjas devem avaliar se o manejo realmente é necessário. Considerando apenas o fator "dor", caso os envolvidos definam, com base nas lesões causadas pelos dentes intactos, realizar um dos procedimentos, recomenda-se o método de desgaste com desgastador rotativo, uma vez que este confere lesões bucais menos dolorosas e em menor frequência em comparação com corte com alicate (HAY et al., 2004; LEWIS et al., 2005). Contudo, quando realizado de forma incorreta, o desgaste com desgastador rotativo pode aumentar a incidência de lesões na boca, com desenvolvimento de processos inflamatórios (Dela Ricci et al., 2017).

A diminuição ou interrupção total desse procedimento vem sendo cada vez mais adotada pelas granjas (WIDOWSKI e TORREY, 2003; AVMA, 2014) que têm implantado adequados manejos ambientais (ex. conforto térmico para matriz e leitões) e nutricionais/alimentares aos animais na maternidade. Além de favorecer o bem-estar animal, evitar esse manejo significa também economia dos custos de produção (HOLYOAKE et al., 2004) e de mão-de-obra (LEWIS e BOYLE, 2003), permitindo assim destinar os recursos humanos a outras tarefas de maior prioridade dentro da granja.

#### 8.6.4. Métodos para identificação dos suínos

Os métodos mais comuns de identificação de suínos incluem o uso de brincos, a mossagem e a tatuagem, todos realizados em uma ou ambas as orelhas do animal. Esses procedimentos também podem causar dor, sobretudo quando realizados de forma inadequada. A maioria dos animais recebe a identificação nos primeiros dias de vida, comumente no momento em que são feitos os manejos de cauda e dentes. Contudo, animais em fases posteriores, sobretudo reprodutores, também podem ser submetidos a identificações. Sua justificativa é garantir a rastreabilidade do animal dentro e fora da granja (MADEC et al., 2001; BERGQVIST et al., 2015).

A moessa, denominada também de sistema australiano de marcação de suínos, consiste na identificação do animal por meio de "piques", realizados com uma ferramenta própria, nas bordas das orelhas do suíno. Cada uma dessas marcações corresponde a um valor que permite identificar o lote bem como o animal individualmente. Ocasionalmente, mas em desuso, um furo no centro da orelha pode substituir os "piques" de maior valor (400 e 800). Algumas vezes os "piques" são em menor quantidade em uma das orelhas dos animais a fim de identificar apenas a granja de origem (ver **Figura 6** a seguir), sem a identificação individual por animal.

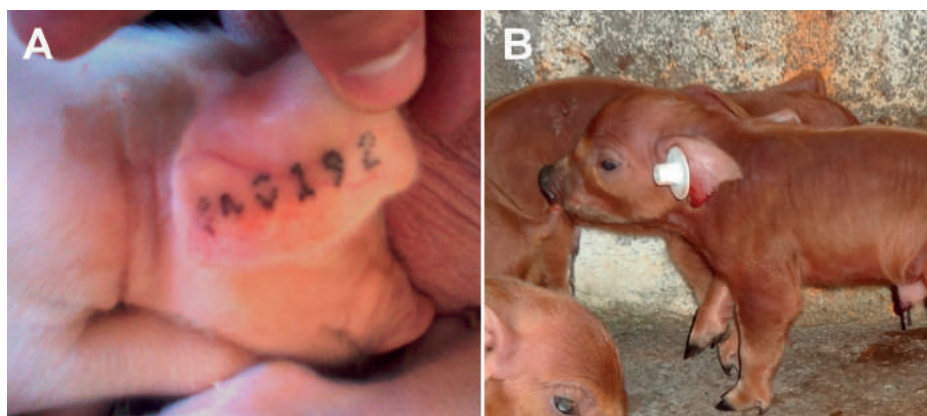
**Figura 6.** A moagem é um método de identificação do animal individual, do lote ou apenas da granja de origem. A superfície da orelha seccionada por esse método geralmente é maior em comparação a outras formas de identificação, como a colocação de brincos. Assim, é provável que a intensidade da dor provocada pela moagem seja maior. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



A intensidade da dor provocada pela secção de parte da orelha provavelmente é proporcional à superfície atingida (SVC, 1997). Dessa forma, a colocação de brincos, em comparação à moagem, é menos prejudicial ao bem-estar do leitão, tanto por ser um procedimento mais rápido quanto por causar menor dano tecidual e demandar menos tempo para a cicatrização (MARCHANT-FORDE et al., 2009).

O método de tatuagem permanente (ver **Figura 7A** a seguir), por sua vez, também causa menos danos ao leitão em comparação à moagem (WIDOWSKI e TORREY, 2003). Contudo, embora a intensidade da dor varie conforme o método de identificação utilizado, o dano aos tecidos, por si só, aumenta o risco de infecções, o que, também proporciona dor ao animal (ISON et al., 2016). A colocação de brincos (ver **Figura 7B** a seguir), amplamente difundida na criação de suínos, possui a vantagem de ser um método barato e de fácil aplicação, porém também está associada a prejuízos ao bem-estar animal, além da facilidade da perda do brinco (LESLIE et al., 2010).

**Figura 7.** A tatuagem (A) é um método de identificação que consiste em realizar várias perfurações pequenas na orelha do animal onde se impregna a tinta de marcação. A colocação de brinco (B), amplamente difundida na suinocultura, é de fácil aplicação. Contudo, embora ambos os métodos sejam menos traumáticos que a moagem, também causam dano tecidual e podem comprometer o bem-estar animal. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Métodos mais recentes para identificação vêm sendo pesquisados, como a colocação de transponders/microchips (MARCHANT-FORDE et al., 2009; BARBIERI et al., 2012; BERGQVIST ET AL., 2015). Leitões lactentes submetidos à colocação de transponder intraperitoneal apresentaram menos atividades relacionadas à dor que aqueles submetidos à moxa ou à brincagem, porém, os custos associados ao uso deste equipamento (LESLIE et al., 2010), bem como a maior dificuldade de sua aplicação em comparação a outros métodos (BARBIERI et al., 2012) limitam sua adoção em granjas comerciais.

É importante salientar que, apesar de um método causar menos dor em relação a outro, demais aspectos relacionados ao bem-estar animal devem ser considerados na definição de qual a melhor escolha. Por exemplo, a tatuagem não possui o inconveniente da perda ou da retirada da identificação, como no caso do brinco, contudo, dentre os métodos de identificação de suínos é considerado o de mais difícil leitura, demandando muitas vezes a contenção do animal e a limpeza da orelha com esponja úmida para que a tatuagem se torne legível. A contenção do animal, por sua vez, pode ocasionar estresse a ele e, se realizada de forma inadequada, proporcionar dor.

Portanto, em termos de bem-estar animal, se preconiza que as identificações, caso necessárias, sejam pouco invasivas, provoquem mínimos danos aos tecidos e demandem pouco tempo de imobilização do animal. Assim, a moxa é um procedimento não indicado, recomendando-se, como alternativas, o uso de brincos e tatuagem ou, com o objetivo de eliminar o manejo de identificação individual, o controle de fluxo de animais e a identificação por lotes. Além disso, qualquer procedimento deve ser realizado por pessoal habilitado, com equipamentos próprios e bem ajustados.

### 8.6.5. Condições diversas passíveis de ocasionar dor

Desordens que atingem o sistema locomotor e causam claudicação são problemas significativos nos sistemas de produção de suínos. A claudicação pode ser originada por lesões devido ao *design* do alojamento, causas infecciosas e distúrbios neurológicos (SOBESTIANSKY et al., 1984). Tais desordens locomotoras acometem de 10-20% dos suínos confinados (KILBRIDE et al., 2009) e comprometem a capacidade de o animal se levantar e se locomover, sendo uma fonte importante de dor e distresse (OIE, 2018). Leitoas e matrizes de reprodução são comumente afetadas por claudicações (MUSTONEN et al., 2011), dificultando ou impedindo a cobertura e elevando a taxa de reposição (SOBESTIANSKY et al., 1984), e em leitões, pode ocorrer diminuição do ganho de peso (ZORIC et al., 2016). Os sintomas variam de acordo com o grau de severidade e apresentam-se desde um leve desconforto até situações onde o animal permanece imóvel devido à dor. Assim, além de comprometer o bem-estar dos animais, a claudicação promove também perdas econômicas na atividade.

Problemas locomotores em suínos claudicantes causam dor severa e devem ser tratados de forma apropriada, comumente requerendo vários dias de medicação (MUSTONEN et al., 2011). Animais com claudicação apresentam passos curtos, movimentos rígidos e capacidade reduzida de acelerar e mudar de direção. O tratamento da claudicação com opioides (ex. buprenorfina) pode proporcionar alívio da dor, contudo, o animal pode aumentar sua atividade e utilizar normalmente o membro afetado pela afecção primária (MEIJER et al., 2015), o que pode provocar piora do quadro clínico. Portanto, além da terapêutica voltada ao alívio da dor é imprescindível que haja tratamento concomitante da condição primária origem da claudicação. Estudos indicam que a administração de AINEs (anti-inflamatórios não esteroides) podem melhorar o nível de bem-estar dos suínos com desordens locomotoras devido ao alívio da dor (ZORIC et al., 2016). O cetoprofeno,

administrado na forma oral nas doses de 2 e 4 mg/kg durante cinco dias consecutivos, por exemplo, demonstrou ser eficiente no alívio dos sinais de claudicação não infecciosa em leitoas e matrizes de reprodução (MUSTONEN et al., 2011). Por agirem simultaneamente no alívio da dor e da inflamação, alguns fármacos desse grupo de analgésicos podem ser boas opções de medicamentos usados no tratamento da claudicação.

Devido à natureza social e hierárquica, os suínos comumente praticam disputas físicas e, neste sentido, ocorre uma estreita relação entre dor e comportamentos agressivos (ANDERSEN et al., 2004). Agressões podem provocar lesões (ver **Figura 8** a seguir), desde leves até ferimentos graves, o que caracteriza as agressões como importantes fontes de dor que impactam negativamente no bem-estar de suínos. Além disso, o comportamento agressivo demanda grande mobilização de reservas de energia, podendo levar à imunossupressão e, consequentemente, aumentar a incidência de doenças e reduzir a taxa de crescimento (LLONCH et al., 2017).

**Figura 8.** Agressões entre suínos podem ocasionar lesões, configurando-se como uma importante fonte de dor aos animais.  
**Crédito:** acervo pessoal dos autores.



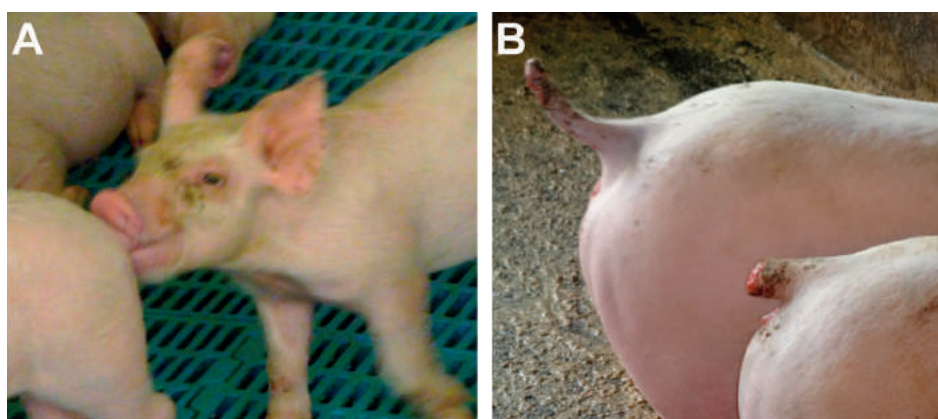
O parto é geralmente aceito como um evento que causa dor em qualquer espécie, em especial nos casos de distocia ou nascimento de animais grandes em relação ao canal do parto. Não há muitas pesquisas sobre analgesia de matrizes suínas após o parto. Tenbergen et al. (2014b) verificaram que a analgesia esperada com a administração rotineira de meloxicam a todas as matrizes após o parto não melhora a sobrevivência e desenvolvimento de seus leitões. Os autores sugerem a possibilidade de que entre as matrizes pré-parto algumas experienciam mais dor (ex. aquelas com distocia ou leitoas de primeiro parto) e têm mais necessidade de controle da dor que outras. Estas poderiam vir a ser beneficiadas com a analgesia farmacológica e, por ventura, oferecer condições para maior produtividade de seus leitões (TENBERGEN et al., 2014b).

A caudofagia (ver **Figura 9A** a seguir) é um dos principais comportamentos indesejados na suinocultura e pode ser considerado como uma extensão inadequada do comportamento natural exploratório (TAYLOR et al., 2010). A caudofagia gera lesões (ver **Figura 9B** a seguir) e traz sérios impactos ao bem-estar dos animais, além de comprometer o desempenho zootécnico e aumentar as taxas de mortalidade e condenações de carcaça (MARCHANT-FORDE et al., 2009; MARQUES et al., 2012). A ocorrência do canibalismo tem natureza



multifatorial, podendo ser decorrente de fatores ambientais, nutricionais e/ou relacionados à genética (SARUBBI, 2014). A incidência pode ser agravada pela alta densidade animal, espaço insuficiente de comedouros, mistura de leitegadas e baixa idade ao desmame. Pode ser observada inclusive em sistemas extensivos de produção (WALKER e BILKEI, 2006), todavia, o ambiente de confinamento é considerado o principal fator desencadeador da caudofagia (EFSA, 2007). Surto de canibalismo de cauda são mais facilmente observados em grupos onde o *status* sanitário é baixo, tendo relação com a ocorrência de desordens respiratórias (MOINARD et al., 2003). Via de regra, suínos que são mordidos tendem a reagir, tentando impedir que o comportamento prossiga, porém algumas condições dolorosas como claudicações, infecções e doenças podem dificultar ou impedir a tentativa de escape. A seleção genética é uma ferramenta que pode ajudar a reduzir várias fontes de dor, como os comportamentos agressivos, problemas locomotores, doenças e comportamentos anormais como o canibalismo de cauda (GUATTEO et al., 2012).

**Figura 9.** Outra fonte de dor é o canibalismo de cauda, ou caudofagia, um comportamento que pode ser verificado desde a fase de creche (A), mas de forma mais comum na terminação, podendo acarretar lesões com diferentes graus de severidade (B), até a perda completa da cauda. Sua ocorrência depende de vários fatores, mas sua incidência pode ser agravada pela alta densidade animal, espaço insuficiente de comedouros, mistura de leitegadas e baixa idade ao desmame. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



## 8.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão da dor e dos manejos direcionados a sua mitigação é necessária para a manutenção do bem-estar dos suínos. Esse campo está em constante evolução, fato evidenciado pelo crescente número de pesquisas acerca do tema. Embora alguns procedimentos alternativos de manejo dos leitões possam provocar menos dor que outros (ex. desgaste *versus* corte dos dentes), outros fatores relacionados ao bem-estar animal devem ser considerados, como o tempo total necessário de contenção até o término do procedimento.

O ideal é que todas as pessoas envolvidas no manejo de suínos recebam treinamento qualificado que, somados às suas experiências práticas inerentes ao cargo que ocupam, sejam base sólida para a identificação de sinais de dor e desconforto prejudiciais ao bem-estar animal. Após o tratamento adequado, caso sejam identificados casos em que a dor é severa e as formas de controle disponíveis não foram eficazes, essa é uma situação que configura bom motivo para abate humanitário do suíno.

Uma ampla gama de fármacos e outras estratégias estão disponíveis para o alívio da dor em suínos. No entanto, ainda são necessários avanços a fim de validar e simplificar as metodologias de avaliação da dor na esfera comercial, sendo necessário o desenvolvimento de novas técnicas que melhor apliquem o conhecimento existente, aliados a maior disseminação dos conceitos de bem-estar para promover maior conscientização das consequências da dor em suínos.

O controle da dor pode demandar maiores custos financeiros, por outro lado, pode gerar benefícios econômicos devido à melhora do desempenho dos animais. O papel dos profissionais ligados à suinocultura é orientar produtores para garantir que eles estejam cientes das consequências de determinados procedimentos, sugerindo métodos alternativos e eficazes e, nesse sentido, temos papel fundamental no processo de conscientização. Quanto menos procedimentos dolorosos forem necessários na rotina das granjas e quanto antes os animais acometidos por processos dolorosos forem identificados e tratados corretamente, menor será o sofrimento do suíno e maiores serão suas chances de manter um bom desempenho, reduzindo o risco de mortes, tornando, portanto, a produção animal mais eficiente, ética e digna.

## 8.8. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido durante o período de apoio de bolsas de estudos de doutorado financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) à discente Luciana Foppa, e pelo Acordo CAPES/ Fundação Araucária ao discente Carlos Rodolfo Pierozan.

## 8.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUWÉ, M.; VANHONACKER, F.; MILLET, S.; TUYTTENS, A. M. Influence of hands-on experience on pig farmer's attitude towards alternatives for surgical castration of male piglets. *Research in Veterinary Science*, v. 103, p. 80-86, 2015.

ANDERSEN, I. L.; NÆVDAL, E.; BAKKEN, M.; BØE, K. E. Aggression and group size in domesticated pigs, *Sus scrofa*: 'when the winner takes it all and the loser is standing small'. *Animal Behaviour*, v. 68, n. 4, p. 965-975, 2004.

AVMA - AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. Welfare implications of teeth clipping, tail docking and permanent identification of piglets: Literature review. 2014. Disponível em: <<https://www.avma.org/KB/Resources/LiteratureReviews/Pages/Welfare-implications-of-practices-performed-on-piglets.aspx>>. Acesso em: 05 set. 2018.

BACKONJA, M.; DAHL, J.; GORDON, D.; RUDIN, N.; SEGHAL, N.; GRAVEL-SULLIVAN, A. Pain Management. University of Wisconsin. 2010. Disponível em: <http://projects.hsl.wisc.edu/GME/PainManagement/index.html>. Acesso em: 28 out. 2018.

BACKUS, B. L.; McGLONE, J. J. Evaluating environmental enrichment as a method to alleviate pain after castration and tail docking in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 204, p. 37-42, 2018.

BARBIERI, S.; MINERO, M.; BARATTIERO, D.; CANTÀFORA, A. F. A.; CRIMELLA, C. Recognised-by-law versus other identification systems in pigs: piglets discomfort evaluation and performance testing. *Italian Journal of Animal Science*, v. 11, e35, p. 190-195, 2012.

BERGQVIST, A-S.; FORSBERG, F.; ELIASSON, C.; WALLENBECK, A. Individual identification of pigs during rearing and at slaughter using microchips. *Livestock Science*, v. 180, p. 233-236, 2015.



BRUNE, K. Pharmacology of analgesics (excluding opioids). In: KOPF, A.; PATEL, N. B. Guide to pain management in low-resource settings. Seattle: IASP®, 2010. p. 33-37.

CASTEL, D.; SABBAG, I.; BRENNER, O.; MEILIN, S. Peripheral neuritis trauma in pigs: a neuropathic pain model. *The Journal of Pain*, v. 17, n. 1, p. 36-49, 2016.

CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. Veterinary anaesthesia, 11th Edition. Philadelphia: Saunders Ltd., 2014. 712p.

CLUTTON, R. E. A review of factors affecting analgesic selection in large animals undergoing translational research. *The Veterinary Journal*, v. 236, p. 12-22, 2018.

COLLOCA, L.; LUDMAN, T.; BOUHASSIRA, D.; BARON, R.; DICKENSON, A. H.; YARNITSKY, D.; ECCLESTON, C. Neuropathic pain. *Nature Reviews Disease Primers*, v. 3, p. 17002, 2017.

COMASSETTO, F.; BEIER, S. L.; FARIAS, F. H.; MENEGASSO, R. B.; REGALIN, D.; TOCHETO, R.; OLESKOVICZ, N. Avaliação analgésica e sedativa de dois protocolos em suínos submetidos à orquiectomia. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2014.

COSTIGAN, M.; SCHOLZ, J.; WOOLF, C. J. Neuropathic pain: a maladaptive response of the nervous system to damage. *Annual Review of Neuroscience*, v. 32, p. 1-32, 2009.

DELA RICCI, G.; DALLA COSTA, O. A.; TRINDADE NETO, M. A.; TITTO, C. G. Análise etológica relacionada ao procedimento de desgastar ou não dentes de lactentes suínos. *Ciência Animal Brasileira*, v.18, p. 1-10, e-39589, 2017.

de los ARCOS. Fisiología del dolor. *Canis et Felis*, n. 52, p. 6-30, 2001.

DI GIMINIANI, P.; BRIERLEY, V. L.; SCOLLO, A.; GOTTARDO, F.; MALCOLM, E. M.; EDWARDS, S. A.; LEACH, M. C. The assessment of facial expressions in piglets undergoing tail docking and castration: toward the development of the piglet grimace scale. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 3, p. 100, 2016.

DI GIMINIANI, P.; PETERSEN, L. J.; HERSKIN, M. S. Characterization of nociceptive behavioural responses in the awake pig following UV-B-induced inflammation. *European Journal of Pain*, v. 18, n. 1, p. 20-28, 2014.

DUCREUX, D.; ATTAL, N.; PARKER, F.; BOUHASSIRA, D. Mechanisms of central neuropathic pain: a combined psychophysical and fMRI study in syringomyelia. *Brain*, v. 129, n. 4, p. 963-976, 2006.

DUNCAN, I. J. H. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, v. 24, n. 2, p. 483, 2005.

DUNSHEA, F. R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG, K. A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, E. A.; SIMONS, J. A.; WALKER, J.; HENNESSY, D. P. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, v.79, p. 2524-2535, 2001.

EFSA - EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from Commission on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal*, v. 611, n. 1-13, 2007.

ELLISON, D. L. Physiology of pain. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, v. 29, n. 4, p. 397-406, 2017.

FERNÁNDEZ, P. G.; QUIRÓS, J. R.; GRAMSER, A. G. Agentes utilizados para el control del dolor. *Canis et Felis*, n. 52, p. 49-80, 2001.

FLECKNELL, P. A. Recognition and alleviation of pain in animals. In: FOX, M. W.; MICKLEY, L. D. (Eds.) *Advances in Animal Welfare Science 1985*. Dordrecht: Springer, 1986. p. 61-77.

GEBHART, G. F. Scientific issues of pain and distress. In: National Research Council (US) Committee on Regulatory Issues in Animal Care and Use. *Definition of Pain and Distress and Reporting Requirements for Laboratory Animals, 2000*, Washington. Proceedings... Washington: National Academies Press, 2000. P. 22-30.

GÖRANSSON, L. Porcine pain face-identifying visible characteristics of pain in pigs. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Swedish University of Agricultural Science, 2016.

GOTTARDO, F.; SCOLLO, A.; CONTIERO, B.; RAVAGNANI, A.; TAVELLA, G.; BERNARDINI, D.; DE BENEDICTIS, G. M.; EDWARDS, S. A. Pain alleviation during castration of piglets: a comparative study of different farm options. *Journal of Animal Science*, v. 94, p. 5077-5088, 2016.

GUATTEO, R.; LEVIONNOIS, O.; FOUMIER, D.; GUÉMÉNÉ, D.; LATOUCHE, K.; LETERRIER, C.; MORMÉDE, P.; PRUNIER, A.; SERVIÈRE, J.; TERLOUW, C.; LE NEINDRE, P. Minimising pain in farm animals: the 3S approach - 'Suppress, Substitute, Soothe'. *Animal*, v. 6, n. 8, p. 1261-1274, 2012.

HAGA, H. A.; RANHEIM, B. Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 32, p. 1-9, 2005.

HAJLINE, B. Chronic pain: physiological, diagnostic, and management considerations. *Psychiatric Clinics of North America*, v. 28, p. 713-735, 2005.

HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. *Veterinary anaesthesia*. 10th edition. Philadelphia: W. B. Saunders, 2000. 576p.

HANSSON, M.; LUNDEHEIM, N.; NYMAN, G.; JOHANSSON, G. Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 53, n. 1, p. 34, 2011.

HAY, M.; RUE, J.; SANSAC, C.; BRUNEL, G.; PRUNIER, A. Long-term detrimental effects of tooth clipping or grinding in piglets: a histological approach. *Animal Welfare*, v. 13, p. 27-32, 2004.

HAY, M.; VULIN, A.; GÉNIN, S.; SALES, P.; PRUNIER, A. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 82, n. 3, p. 201-218, 2003.

HERSKIN, M. S.; DI GIMINIANI, P. Pain in pigs: Characterisation, mechanisms and indicators. In: ŠPINKA, M. *Advances in Pig Welfare*. Duxford: Woodhead Publishing, 2017. cap. 11, p. 325-355.

HERSKIN, M. S.; DI GIMINIANI, P.; THODBERG, K. Effects of administration of a local anaesthetic and/or an NSAID and of docking length on the behaviour of piglets during 5 h after tail dockink. *Research in Veterinary Science*, v. 108, p. 60-67, 2016.

HERSKIN, M. S.; THODBERG, K.; JENSEN, H. E. Effects of tail docking and docking length on neuroanatomical changes in healed tail tips of pigs. *Animal*, v. 9, n. 4, p. 677-681, 2015.

HOLYOAKE, P. K.; BROEK, D. J.; CALLINAN, A. P. L. The effects of reducing the length of canine teeth in sucking pig by clipping or grinding. *Australian Veterinary Journal*, v. 82, n. 9, p. 574- 576, 2004.

IASP - INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. IASP Terminology. 2012. Disponível em: <<http://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698#Hyperalgesia>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

ISON, S. H.; CLUTTON, R. E.; DI GIMINIANI, P.; RUTHERFORD, K. M. D. A review of pain assessment in pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 3, n. 108, 2016.

ISON, S. H.; JARVIS, S.; ASHWORTH, C. J.; RUTHERFORD, K. M. D. The effect of post-farrowing ketoprofen on sow feed intake, nursing behaviour and piglet performance. *Livestock Science*, v. 202, p. 115-123, 2017.

ISON, S. H.; RUTHERFORD, K. M. D. Attitudes of farmers and veterinarians towards pain and the use of pain relief in pigs. *The Veterinary Journal*, v. 202, p. 622-627, 2014.

JENSEN, M. P.; CHODROFF, M. J.; DWORKIN, R. H. The impact of neuropathic pain on health-related quality of life review and implications. *Neurology*, v. 68, n. 15, p. 1178-1182, 2007.

JUHL, G. I.; JENSEN, T. S.; NORHOLT, S. E.; SVENSSON, P. Central sensitization phenomena after third molar surgery: a quantitative sensory testing study. *European Journal of Pain*, v. 12, n. 1, p. 116-127, 2008.

KILBRIDE, A. L.; GILLMAN, C. E.; GREEN, L. E. A cross-sectional study of the prevalence of lameness in finishing pigs, gilts and pregnant sows and associations with limb lesions and floor types on commercial farms in England. *Animal Welfare*, v. 18, n. 3, p. 215-224, 2009.

KLAUMANN, P. R.; WOUK, A. F. P. F.; SILLAS, T. Patofisiologia da dor. *Archives of Veterinary Science*, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2018.

KLUIVERS-POODT, M.; HOUX, B. B.; ROBBEN, S. R. M.; KOOP, G.; LAMBOOIJ, E.; HELLEBREKERS, L. J. Effects of a local anaesthetic and NSAID in castration of piglets, on the acute pain responses, growth and mortality. *Animal*, v. 6, n. 9, p. 1469-1475, 2012.

KLUIVERS-POODT, M.; ZONDERLAND, J. J.; VERBRAAK, J.; LAMBOOIJ, E.; HELLEBREKERS, L. J. Pain behaviour after castration of piglets; effect of pain relief with lidocaine and/or meloxicam. *Animal*, v. 7, n. 7, p. 1158-1162, 2013.

KOLLER, F. L.; BOROWSKI, S. M.; ASANOME, W.; HEIN, G.; LAGEMANN, F. L.; DRIEMEIER D.; BARCELLOS, D. E. S. N. Abscessos dentários periapicais em leitões com síndrome multissistêmica do desmamentamento. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 28, p. 271-274, 2008.

LARSEN, T.; KAISER, M.; HERSKIN, M. S. Does the presence of shoulder ulcers affect the behaviour of sows?. *Research in Veterinary Science*, v. 98, p. 19-24, 2015.

LEIDIG, M. S.; HERTRAMPF, B.; FAILING, K.; SCHUMANN, A.; REINER, G. Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anesthesia as determined by vocalization and defence behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 116, n. 2-4, p. 174-178, 2009.

LESLIE, E.; HERNÁNDEZ-JOVER, M.; NEWMAN, R.; HOLYOAKE, P. Assessment of acute pain experienced by piglets from ear tagging, ear notching and intraperitoneal injectable transponders. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 127, n. 3-4, p. 86-95, 2010.

LEWIS, E.; BOYLE, L. A.; LYNCH, P. B.; BROPHY, P.; O'DOHERTY, J. V. The effect of two teeth resection procedures on the welfare of piglets in farrowing crates. Part 1. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 90, p. 233-29, 2005.

LEWIS, E.; BOYLE, L. The pros and cons of teeth clipping. 2003. Disponível em: <[http://www.fastonline.org/images/manuals/Animal\\_Husbandry/Swine\\_Information/The\\_pros\\_and\\_cons\\_of\\_teeth\\_clipping.pdf](http://www.fastonline.org/images/manuals/Animal_Husbandry/Swine_Information/The_pros_and_cons_of_teeth_clipping.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2018.

LINKENHOKER, J. R.; BURKHOLDER, T. H.; LINTON, C. G. G.; WALDEN, A.; ABUSAKRAN-MODAY, K. A.; ROSERO, A. P.; FOLTZ, C. J. Effective and safe anesthesia for Yorkshire and Yucatan swine with and without cardiovascular injury and intervention. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, v. 49, n. 3, p. 344-351, 2010.

LLONCH, P.; MAINAU, E.; TEMPLE, D.; MANTECA, X. Aggression in pigs and its welfare consequences. *The Farm Animal Welfare Fact Sheet*, n. 19, 2017.

MADEC, F.; GEERS, R.; VESSEUR, P.; KJELDSSEN, N.; BLAHA, T. Traceability in the pig production chain. *Revue Scientifique et Technique*, v. 20, n. 2, p.523-537, 2001.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, D. C. JR.; MC MUMM, K. A.; CHENG, H. W.; PAJOR, E. A.; MARCHANT-FORDE, R. M. Postnatal piglet husbandry practices and well-being: the effects of alternative techniques delivered separately. *Journal of Animal Science*, v. 87, p.1479-1492, 2009.

MARQUES, B. M. F.; BERNARDI, M. L.; COELHO, C. F.; ALMEIDA, M.; MORALES, O. E.; MORES, T. J.; BARCELLOS, D. E. Influence of tail biting on weight gain, lesions and condemnations at slaughter of finishing pigs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n. 10, p. 967-974, 2012.

MARX, G.; HORN, T.; THIELEBEIN, J.; KNUBEL, B.; VON BORELL, E. Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *Journal of Sound and Vibration*, v. 266, n. 3, p. 687-698, 2003.

MATHEWS, K. A. Neuropathic pain in dogs and cats: If only they could tell us if they hurt. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 38, p. 1365-1414, 2008.

MATHEWS, K.; KRONEN, P. W.; LASCELLES, D.; NOLAN, A.; ROBERTSON, S.; STEAGALL, P. V.; WRIGHT, B.; YAMASHITA, K. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain: WSAVA Global Pain Council members and co-authors of this document. *Journal of Small Animal Practice*, v. 55, n. 6, p. E10-E68, 2014.

MEIJER, E.; van NES, A.; BACK, W.; van der STAAY, F. J. Clinical effects of buprenorphine on open field behaviour and gait symmetry in healthy and lame weaned piglets. *The Veterinary Journal*, v. 206, p. 298-303, 2015.

MEINTJES, R. A. An overview of the physiology of pain for the veterinarian. *The Veterinary Journal*, v. 193, p. 344-348, 2012.

MESKEY, H.; BOGDUK, N. Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. 2th edition. Seattle: IASP Press, 1994.

MOGIL, J. S. Animal models of pain: progress and challenges. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 10, n. 4, p. 283, 2009.

MOINARD, C.; MENDEL, M.; NICOL, C. J.; GREEN, L. E. A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 81, n. 4, p. 333-355, 2003.

MOURA, D. J.; SILVA, W. T.; NAAS, I. A.; TOLÓN, Y. A.; LIMA, K. A. O.; VALE, M. M. Real time computer stress monitoring of piglets using vocalization analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 64, n. 1, p. 11-18, 2008.

MOYA, S. L.; BOYLE, L. A.; LYNCH, P. B.; ARKINS, S. Effect of surgical castration on the behavioural and acute phase responses of 5-day-old piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 111, n. 1-2, p. 133-145, 2008.

MUSTONEN, K.; ALA-KURIKKA, E.; ORRO, T.; PELTONIEMI, O.; RAEKALLIO, M.; VAINIO, O.; HEINONEN, M. Oral ketoprofeno is effective in the treatment of non-infectious lameness in sows. *The Veterinary Journal*, v. 190, p. 55-59, 2011.

NALON, E.; MAES, D.; PIEPERS, S.; TAYLOR, P.; VAN RIET, M. M. J.; JANSSENS, G. P. J.; MILLET, S.; TUYTTENS, F. A. M. Factors affecting mechanical nociceptive thresholds in healthy sows. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 43, p. 343-355, 2016.

NANNONI, E.; VALSAMI, T.; SARDI, L.; MARTELLI, G. Tail docking in pigs: a review on its short and long-term consequences and effectiveness in preventing tail biting. *Italian Journal of Animal Science*, v. 13, p. 98-106, 2014.

NFACC - NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL. Code of Practice: for the care and handling of pigs. 2014. 76p.

NOONAN, G. J.; RAND, J. S.; PRIEST, J.; AINSCOW, J.; BLACKSHAW, J. K. Behavioural observations of piglets undergoing tail docking, teeth clipping and ear notching. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 39, n. 3-4, p. 203-213, 1994.

NOTTAR, E. Avaliação de causas de baixo desenvolvimento em suínos nas fases de recria e terminação. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Sanidade Suína), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Recognition and alleviation of pain in laboratory animals. Washington: National Academies Press, 2010.

OIE - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL. Bienestar animal y sistemas de producción de cerdos. 2018a. Disponível em: <[http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre\\_aw\\_pigs.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm)>. Acesso em: 27 out. 2018.

PATEL, N. B. Physiology of pain. In: KOPF, A.; PATEL, N. B. Guide to pain management in low-resource settings. Seattle: IASP®, 2010. p. 13-17.

PRUNIER, A.; MOUNIER, A. M.; HAY, M. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science*, v. 83, n. 1, p. 216-222, 2005.

PUPPE, B.; SCHÖN, P. C.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G. Castration-induced vocalisation in domestic piglets, *Sus scrofa*: complex and specific alterations of the vocal quality. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 95, n. 1-2, p. 67-78, 2005.

RAULT, J. L.; LAY JR, D. C.; MARCHANT-FORDE, J. N. Castration induced pain in pigs and other livestock. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 135, n. 3, p. 214-225, 2011.

ROLLIN, B. E. Animal pain: What it is and why it matters. *The Journal of Ethics*, v. 15, n. 4, p. 425, 2011.

SANTOS, M.; BERTRÁN de LIS, B. T.; TENDILLO, F. J. Effects of intramuscular dexmedetomidine in combination with ketamine or alfaxalone in swine. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 43, n. 1, p. 81-85, 2015.

SARUBBI, J. Técnicas de manejo voltadas para o BEA em suínos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014. p. 146-155.

SCHÖN, P. C.; PUPPE, B.; MANTEUFFEL, G. Automated recording of stress vocalisations as a tool to document impaired welfare in pigs. *Animal Welfare-Potters Bar Then Wheathampstead*, v. 13, n. 2, p. 105-110, 2004.

SERPELL, M. G.; MAKIN, A.; HARVEY, A. Acute pain physiology and pharmacological targets: the present and future. *Acute Pain*, v. 1, n. 3, p. 31-47, 1998.

SILVA, C. A.; DIAS, C. P.; MANTECA, X. Práticas de manejo com leitões lactentes: revisão e perspectivas vinculadas ao bem-estar animal. *Science and Animal Health*, v. 3; n. 1, p. 113-134, 2015.

SNEDDON, L. U.; ELWOOD, R. W.; ADAMO, S. A.; LEACH, M. C. Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, v. 97, p. 201-212, 2014.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; DA SILVA, P. R. S.; DE FREITAS, A. R. Lesões nos cascos claudicação em suínos puros de pedigree em idade de comercialização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, n. 10, p. 1295-1300, 1984.

SPADAVECCHIA, C.; RANHEIM, B. Pain in pigs: How much does it hurt? *The Veterinary Journal*, v. 199, p. 317-318, 2014.

STEEDS, C. E. The anatomy and physiology of pain. *Surgery*, v. 31, p. 49-53, 2013.

SUTHERLAND, M. A.; BRYER, P. J.; KREBS, N.; MCGLONE, J. J. Tail docking in pigs: acute physiological and behavioural responses. *Animal*, v. 2, n. 2, p. 292-297, 2008.

SUTHERLAND, M. A.; DAVIS, B. L.; BROOKS, T. A.; MCGLONE, J. J. Physiology and behavior of pigs before and after castration: effects of two topical anesthetics. *Animal*, v. 4, n. 12, p. 2071-2079, 2010.

SVC - SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE. Report of the Scientific Veterinary Committee. The welfare of intensively kept pigs. Halle, Doc XXIV/B3/ScVC/0005. 1997. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw\\_arch\\_1997\\_intensively\\_kept\\_pigs\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_arch_1997_intensively_kept_pigs_en.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2018.

TAYLOR, N. R.; MAIN, D. C.; MENDEL, M.; EDWARDS, S. A. Tail-biting: a new perspective. *The Veterinary Journal*, v. 186, n. 2, p. 137-147, 2010.

TELKÄNRANTA, H.; MARCHANT-FORDE, J. N.; VALROS, A. Tear staining in pigs: a potential tool for welfare assessment on commercial farms. *Animal*, v. 10, n. 2, p. 318-325, 2016.

TENBERGEN, R.; FRIENDSHIP, R.; CASSAR, G.; AMEZCUA, M. R.; HALEY, D. Investigation of the use of meloxicam for reducing pain associated with castration and tail docking and improving performance in piglets. *Journal of Swine Health and Production*, v. 22, n. 2, p. 64-70, 2014a.

TENBERGEN, R.; FRIENDSHIP, R.; CASSAR, G.; AMEZCUA, M. R.; HALEY, D. Investigation of the use of meloxicam post farrowing for improving sow performance and reducing pain. *Journal of Swine Health and Production*, v. 22, n. 1, p. 10-15, 2014b.

UNIVERSITY OF SOUTH FLORIDA. Guidelines on anesthesia and analgesia in laboratory animals. [20-]. Disponível em: <<https://www.usf.edu/research-innovation/comparative-medicine/documents/cmdc/c086-guidelines-anesthesia-analgesia-lab-animals.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

VIITASAAARI, E.; RAEKALLIO, M.; VALROS, A.; PELTONIEMI, O.; HÄNNINEN, L.; HEINONEN, M. The effect of ketoprofen on feeding behavior of tail-bitten pigs. *Porcine Health Management*, v. 1, n. 1, p. 11, 2015.

VISCARDI, A. V.; TURNER, P. V. Use of Meloxicam or Ketoprofen for piglet pain control following surgical castration. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 5, p. 1- 13, 2018.

WALKER, P. K.; BILKEI, G. Tail-biting in outdoor pig production. *The Veterinary Journal*, v. 171, n. 2, p. 367-369, 2006.

WEARY, D. M.; BRAITHWAITE, L. A.; FRASER, D. Vocal response to pain in piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 56, n. 2-4, p. 161-172, 1998.

WEARY, D. M.; ROSS, S.; FRASER, D. Vocalizations by isolated piglets: a reliable indicator of piglet need directed towards the sow. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 53, n. 4, p. 249-257, 1997.

WIDOWSKI, T.; TORREY, S. Neonatal management practices. Fact Sheet Pork Information Gateway, v. 1, p. 1-5, 2003.

WOLFENSOHN, S.; LLOYD, M. Handbook of laboratory animal management and welfare. 4th edition. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2013. 390p.

WOOLF, C. J.; MANNION, R. J. Neuropathic pain: aetiology, symptoms, mechanisms, and management. The Lancet, v. 353, n. 9168, p. 1959-1964, 1999.

WOOLF, C. J. Somatic pain--pathogenesis and prevention. British Journal of Anaesthesia, v. 75, n. 2, p. 169-176, 1995.

ZHOU, B.; YANG, X. J.; ZHAO, R. Q.; HUANG, R. H.; WANG, Y. H.; WANG, S. T.; SCHINCKEL, A. P. Effects of tail docking and teeth clipping on the physiological responses, wounds, behavior, growth, and backfat depth of pigs. Journal of Animal Science, v. 91, n. 10, p. 4908-4916, 2013.

ZORIC, M.; SCHMIDT, U.; WALLENBECK, A.; WALLGREN, P. Lameness in piglets--should pain killers be included at treatment?. Porcine Health Management, v. 2, n. 1, p. 8, 2016.





# CAPÍTULO 9 – USO RACIONAL DE ANTIMICROBIANOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

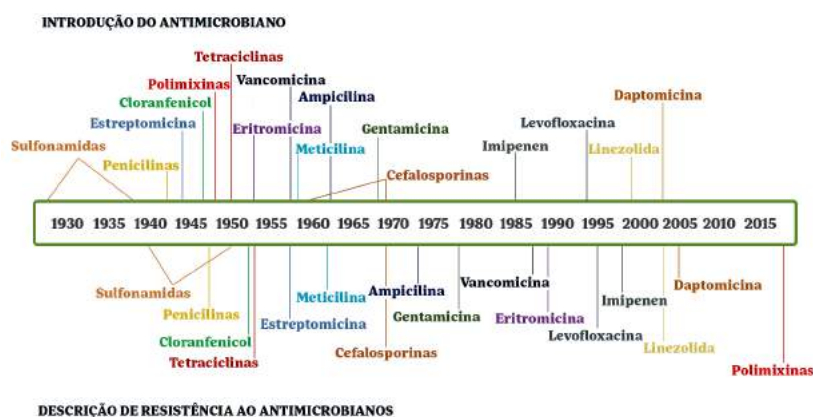
**Autores:** DUTRA, M. C.; BARCELLOS, D. E. S; MORENO, A. M.

**Contato:** morenoam@usp.br

## 9.1. INTRODUÇÃO

A descoberta dos antimicrobianos no início do século XX foi - e continua sendo - uma das grandes conquistas da humanidade. Porém, a ocorrência e disseminação da resistência bacteriana aos diferentes antimicrobianos (ver **Figura 1** a seguir) tem sido discutida mundialmente, dada sua importância em saúde pública.

**Figura 1.** Linha do tempo da introdução de diferentes princípios ativos antimicrobianos e respectivos relatos de resistência.



A utilização de antimicrobianos em humanos sem critérios é uma das principais causas da ocorrência de resistência. Além disso, o seu uso nas diferentes espécies animais, sejam de companhia ou de produção, favorece a disseminação de cepas bacterianas resistentes entre espécies diferentes, inclusive para a espécie humana (BARTON, 2014).

O uso destes ativos na produção suína como promotor de crescimento ou terapêutico, em suas diferentes formas de administração (ração, água ou injetável), é amplamente disseminado na produção. Como estimativa global, Van Boeckel e colaboradores (2015) descreveram uma utilização média de 172 mg de diferentes princípios ativos antimicrobianos/kg suíno produzido. Levantamento similar realizado em 25 sistemas de produção de suínos no Brasil revelou uma média de 358,0 mg de diferentes princípios ativos antimicrobianos/kg suíno produzido, com amplitude variando de 5,4 a 586,0 mg (DUTRA M., 2017). O estudo revelou também a exposição dos animais a sete princípios ativos diferentes, em média, variando de 2 a 11, bem como 66,3% do período de vida dos animais expostos a algum princípio ativo, variando de 2,9 até 90,4%. Tratam-se de evidências do uso excessivo de antimicrobianos no Brasil em comparação com o cenário mundial. O uso desses produtos como promotor de crescimento e profilático via ração, são grandes colaboradores para estas cifras, o que justifica a revisão da utilização destes ativos.

## 9.2. APLICAÇÕES PRÁTICAS PARA O USO RACIONAL DE ANTIMICROBIANOS

Diante dos dados apresentados faz-se urgente e necessária a revisão da utilização dos antimicrobianos na produção animal por meio da adoção de protocolos específicos, os quais serão apresentados em sequência e envolvem basicamente ações sanitárias, nutricionais e de infraestrutura preparando os diferentes sistemas para a produção de animais completamente ou parcialmente livres do uso de antimicrobianos.

### 9.2.1. Ações sanitárias

Dentre as ações sanitárias, o aprimoramento das práticas de biossegurança adotadas nos sistemas de produção é de vital importância na redução da dependência da utilização de antimicrobianos, bem como o aprimoramento do diagnóstico das enfermidades realmente presentes no rebanho. Outra ferramenta sanitária muito importante é o uso de vacinas para reforço das defesas imunes dos animais. No Brasil, estão disponíveis vacinas muito eficientes para a prevenção de doenças suínas, como vacinas contra a colibacilose, rinite atrófica, erisipela, parvovirose e circovirose. Além dessas, que têm sido usadas de forma rotineira na maioria das granjas, existem vacinas contra uma variedade de patógenos bacterianos e virais causadores de doenças como pleuropneumonia, doença de Glässer, clostridioses, meningite estreptocócica, salmonelose, leptospirose, enteropatia proliferativa e influenza.

#### 9.2.1.1. Biossegurança

Por definição, biossegurança envolve todas as práticas de manejo preventivas à introdução e disseminação de agentes infecciosos nos sistemas de produção, ou seja, práticas que minimizem riscos de introduzir agentes exóticos ao sistema ou de disseminar os agentes etiológicos já presentes no sistema. Os seguintes aspectos devem ser contemplados em um programa de biossegurança nos diferentes sistemas de produção:

- Educação: a existência de programa de biossegurança descritivo, regularmente auditado, bem como a presença de procedimentos operacionais padrão e treinamento da equipe são pontos relevantes deste aspecto;
- Localização / instalações: presença de riscos relativos à localização da propriedade, como proximidade de outros sistemas de produção e seus respectivos status sanitários, densidade animal, distância de plantas frigoríficas, presença e manutenção de cercas, cinturão verde, presença de outras espécies animais;
- Pessoas: políticas dispensadas a todos aqueles que entrem em contato com os animais, como vazio sanitário, obrigatoriedade de banho, troca de roupa, registro em livro de visitas permitindo rastreabilidade;
- Isolamento / quarentena de animais de reposição: presença e manejo adequado de reais instalações de isolamento dos animais de reposição, evitando desta forma a introdução de agentes exóticos ao sistema de produção;
- Suplementos / equipamentos: presença e manejo de câmara de fumigação ou sistema semelhante para os suplementos/equipamentos que entrem na granja;

- Ar: frequência de limpeza e troca dos filtros de ar nos sistemas de produção que utilizam esta tecnologia;
- Controle de pestes: presença e manejo adequado do programa de controle de roedores, insetos e pássaros;
- Sêmen: presença de monitorias sanitárias adequadas relativas aos reprodutores e ao próprio sêmen. Caso haja introdução de sêmen de origem externa ao plantel da granja, usar apenas de centrais de inseminação com status equivalente a SPF (livre de patógenos específicos);
- Água: fonte, armazenamento e tratamento da água utilizada no sistema de produção, bem como limpeza do sistema de distribuição e envio de amostras para análises físico-química e microbiológica;
- Transporte (animais, ração e outros): política destinada aos motoristas, como treinamento sobre biossegurança, riscos sanitários envolvidos nesta prática e suas respectivas ações preventivas de manejo, bem como aos caminhões, como desinfecção adequada e verificação permanente deste processo;
- Manejos gerais: práticas de manejo destinadas aos leitões recém-nascidos, higiene dispensada nestes processos, programa de limpeza e desinfecção adequado das instalações vazias, contemplando uso de detergente e desinfetante nas diluições em volumes recomendados, adoção de vazios sanitários entre lotes, sistema "todos-dentro / todos-fora", densidade animal adequada, troca adequada de agulhas entre animais, programa de vacinação ajustado aos desafios presentes no rebanho, além da utilização e conservação correta de produtos veterinários em geral;
- Destino de animais mortos: frequência de remoção, sistema utilizado, bem como procedimentos adotados;
- Destino do lixo: frequência de remoção, bem como procedimentos adotados;
- Destino de efluentes: sistema utilizado de forma adequada, bem como procedimentos utilizados.

A aplicação periódica de "check-list" auditando as ações de biossegurança adotadas no sistema de produção é uma forma prática de mensurar os riscos internos e externos, permitindo a correção e/ou adoção imediata de ações preventivas específicas. Veja adiante um modelo de "check-list" que pode ser aplicado a diferentes sistemas de produção de suínos e complementado com outros "check-lists".

### 9.2.1.2. Diagnóstico sanitário adequado

Com frequência, muitos antimicrobianos são incorporados à produção sem diagnóstico prévio ou mesmo teste de sensibilidade. A análise clínica dos animais, a coleta periódica de material (fetos, saliva, sangue, tecidos) e envio para análise laboratorial com fins diagnósticos, bem como a realização sistemática de necropsias e avaliação anatomopatológica dos animais (terminados e matrizes de descarte) nos frigoríficos são ferramentas indispensáveis à determinação do status sanitário individualizado dos sistemas de produção, permitindo a prescrição e utilização de princípios ativos realmente necessários.

## 9.2.2. Ações nutricionais

Diferentes abordagens nutricionais auxiliam na promoção da saúde intestinal, maior efetividade do sistema imunológico e menor excreção de agentes patogênicos, minimizando a dependência da utilização dos antimicrobianos. Seguem algumas destas abordagens:

### 9.2.2.1. Uso de eubióticos

Eubióticos são aditivos promotores do ótimo balanço da microflora no trato gastrointestinal, resultando em melhora no status sanitário e desempenho dos animais. Permitem substituir antimicrobianos promotores de crescimento. As seguintes categorias têm sido amplamente utilizadas com estes propósitos:

**2.1.1. Combinações ("blends") de ácidos orgânicos:** diferentes ácidos orgânicos apresentam diferentes capacidades de acidificação e diferenças em suas respectivas atividades antimicrobianas, dependendo também de sua concentração na dieta ou água de bebida. Combinações ("blends") específicas têm sido utilizadas com os seguintes objetivos:

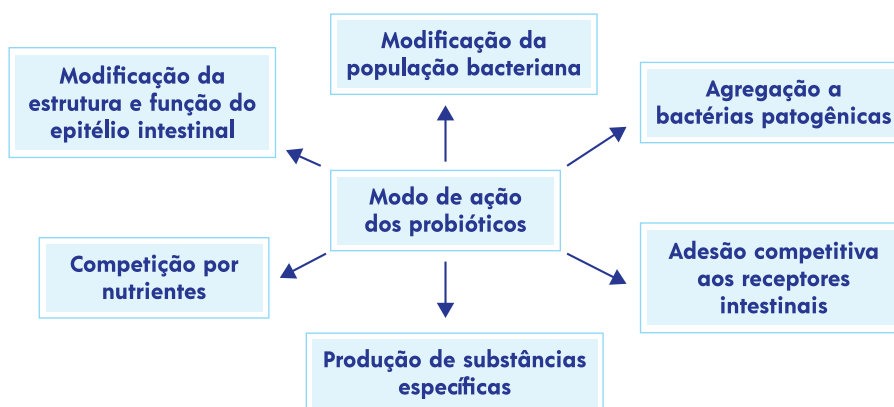
- Modular microbiota do plantel reprodutivo, reduzindo excreção de agentes patogênicos pelas matrizes e consequente contaminação dos leitões;
- Minimizar ocorrência de infecções gênito-urinárias em matrizes;
- Melhorar desempenho (ganho de peso diário, conversão alimentar) de animais de creche / terminação, minimizando ocorrência de problemas entéricos;
- Controle / Prevenção das infecções por enterobactérias (*Salmonella enterica*, *Escherichia coli*), *Clostridium perfringens* e *Clostridium difficile*.

**Quadro 1.** Diferenças na ação dos diferentes ácidos orgânicos.

| Ácido      | Fungos filamentosos | Leveduras | Bactérias Gram negativas | Bactérias Gram positivas |
|------------|---------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Fórmico    | +                   | ++        | +++                      | +                        |
| Propiônico | +++                 | +         | +                        | +                        |
| Acético    | -                   | -         | +++                      | +                        |
| Lático     | -                   | -         | ++                       | -                        |
| Sórbico    | +++                 | ++        | +++                      | ++                       |
| Fosfórico  | +                   | +         | +                        | -                        |
| Cítrico    | -                   | -         | +                        | -                        |
| Benzóico   | +                   | ++        | +++                      | +                        |
| Fumárico   | -                   | -         | +                        | -                        |

**2.1.2. Probióticos:** microorganismos vivos utilizados como aditivos alimentares capazes de colonizar e modular a microbiota intestinal sem causar danos ao epitélio intestinal. A **Figura 2** a seguir resume as principais ações dos probióticos conhecidas até o momento:

**Figura 2.** Esquema ilustrativo das principais ações dos probióticos.



Probióticos variam quanto à composição. As bactérias dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus* são as de maior importância para leitões lactentes e pós-desmame. A *Bacillus subtilis* apresenta resultados mais efetivos na colonização intestinal dos animais nas fases subsequentes. A concentração destes microorganismos também varia substancialmente, sendo necessária uma dose mínima aproximada de 3 bilhões de microorganismos viáveis para colonizar os intestinos de forma apropriada. A seguir, apresentamos as principais indicações de uso destes aditivos alimentares:

- Dietas para animais em reprodução (quatro semanas antes do parto / ração lactação): minimizar excreção de bactérias patogênicas pelas matrizes;
- Uso oral para leitões recém-nascidos / dietas de creche: minimizar problemas entéricos com cepas toxigênicas de *E. coli* e outras enterobactérias;
- Dietas de animais em terminação: prevenir colonização intestinal por cepas de *Clostridium* spp. e consequente ocorrência de torção de mesentério.

**2.1.3. Prebióticos:** ligossacarídeos não digestíveis com capacidade de manipular composição e atividade microbiana intestinal, modular resposta imune e promover a adsorção de algumas micotoxinas, sendo as leveduras e seus componentes os principais representantes desta categoria. As principais aplicações destes aditivos são as seguintes:

- Dietas para animais em reprodução e de creche: adsorção de micotoxinas;
- Dietas de animais em terminação: controle da população de *Clostridium* spp., minimizando ocorrência de torção do mesentério.

**2.1.4. Óleos Essenciais:** princípios ativos presentes em algumas plantas, como por exemplo timol, carvacrol, eugenol, apresentando comprovada ação antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória (imunoestimulante), regulador da função gastrointestinal e/ou palatabilizante. As principais aplicações destes aditivos são:

- Dietas para animais em reprodução: aumentar consumo de ração;
- Dietas de creche / terminação: minimizar problemas entéricos, além de agir como promotor de crescimento substituindo antimicrobianos.

**2.1.5. Minerais:** elementos inorgânicos necessários para manutenção, crescimento e reprodução dos animais. A suplementação de Zinco e Cobre em níveis acima de suas exigências nutricionais tem demonstrado efetiva ação antimicrobiana (LIU Y, et al, 2018).

No caso da utilização do Zinco em doses terapêuticas em dietas de leitões recém-desmamados, o mecanismo biológico de promoção de crescimento está ligado à manutenção e melhoria da integridade intestinal, regeneração do tecido epitelial intestinal, estabilidade da microbiota, redução da permeabilidade intestinal e proliferação de tecido linfóide (KATOULI et al., 1999; VAN HEUGTEN et al., 2003). Por outro lado, há efeitos colaterais no uso terapêutico contínuo do Zinco como redução na digestibilidade de outros minerais como Cálcio e Fósforo, além da contaminação dos solos fertilizados com dejetos suínos, condição esta que levou a União Europeia banir o uso deste mineral como promotor de crescimento até 2022.

O efeito promotor de crescimento do Cobre utilizado em doses terapêuticas tem sido atribuído às suas propriedades bactericida e bacteriostática (HOJBERG et al., 2005), bem como as alterações morfológicas no epitélio intestinal aumentando a altura das vilosidades e reduzindo a profundidade das criptas, o que promove a saúde intestinal (ZHAO et al., 2007). As doses terapêuticas dos minerais Zinco e Cobre variam de acordo com sua composição química.

**2.1.6. Outros Nutracêuticos:** substâncias incorporadas à alimentação dos animais com propriedades nutricional e terapêutica. Estas substâncias possuem ações anti-inflamatórias, adstringentes e inibidores de crescimento de microrganismos. O conceito definiu uma nova classe de alimentos que são capazes de proporcionar benefícios à saúde dos animais, incluindo prevenção ou tratamento de doenças (TRIPATHI, 2014). As categorias apresentadas anteriormente possuem ação nutracêutica, contudo outros ingredientes como nucleotídeos, plasma desidratado por pulverização, soro de leite em pó também devem ser considerados dados suas ações positivas no desenvolvimento da resposta imunológica, microbiota e integridade intestinal.

### 9.2.3. Ações estruturais/instalações

Levantamento realizado em 25 sistemas de produção sobre o uso de antimicrobianos na produção de suínos no Brasil identificou 100% dos sistemas utilizando amoxicilina via ração em pelo menos uma fase da vida dos animais. A droga é administrada como forma de controle da infecção por *Streptococcus suis* e *Pasteurella multocida* (DUTRA M., 2017), mas também tem sido usada para controle de outros patógenos como *A. pleuropneumoniae* e *H. parasuis*. Esta constatação pode ser utilizada como exemplo da necessidade de se avaliar os fatores de risco envolvidos na ocorrência de determinados quadros infecciosos, em lugar de apenas introduzir um antimicrobiano de forma preventiva. Neste caso, um fator de risco comumente presente nos sistemas de produção nacionais é a elevada amplitude térmica diária, acima de 6°C, favorecendo a infecção por este e outros agentes patogênicos.

A utilização racional de antimicrobianos depende também da adequação estrutural das instalações zootécnicas, que devem permitir a expressão de todo potencial genético apresentado pelos animais, diminuindo fatores de risco relativos à ocorrência dos desafios sanitários. Entre as principais adequações, destacamos:

- Disponibilizar instalações de maternidade que permitam o desmame dos leitões entre 25 e 28 dias de idade, respeitando as características específicas de cada linhagem genética;
- Disponibilizar instalações que permitam realização de vazio sanitário de pelo menos dois a três dias entre cada lote;
- Respeitar a densidade de 0,30-0,33 animais / m<sup>2</sup> na fase de creche;
- Respeitar as seguintes densidades na fase de terminação:

- Piso totalmente ripado: 0,90 m<sup>2</sup> / animal;
- Piso compacto (até 100 kg de peso vivo): 1,0 m<sup>2</sup> / animal;
- Piso compacto (abate acima de 100 kg de peso vivo): 1,2 m<sup>2</sup> / animal;
- Promover controle rigoroso de temperatura seja por meio de cortinas, aquecedores ou sistemas automatizados, permitindo respeitar as seguintes temperaturas de acordo com as específicas categorias animais:
  - Maternidade (escamoteador): 32-30°C;
  - 1ª semana pós-desmame: 28-26°C;
  - 2ª semana pós-desmame: 26-24°C;
  - 3ª semana pós-desmame em diante: 24-22°C;
- Realizar manejo "todos-dentro / todos-fora" preferencialmente por sítio, caso não seja possível realizar o mesmo por barracão. Em última instância, realizar por baia;
- Utilizar preferencialmente manejo de bandas nos sistemas de produção onde esta técnica seja possível, permitindo a redução no número de origens quando da transferência de lotes de leitões para creches e terminações, minimizando desta forma riscos sanitários.

### 9.3. OBJETIVOS DO USO DE ANTIMICROBIANOS E VIAS DE ADMINISTRAÇÃO

Em animais de produção o uso de ativos com atividade antimicrobiana tem sido realizado com finalidade terapêutica, profilática ou metafilática, e/ou como promotores de crescimento. O uso terapêutico de um antimicrobiano é realizado em um indivíduo ou grupo de animais exibindo sinais clínicos de uma infecção. O uso profilático ou preventivo é realizado contra patógenos que potencialmente possam afetar o plantel. O uso metafilático acontece quando alguns poucos animais dentro do lote apresentam os sinais clínicos de uma doença bacteriana e, devido ao risco de infecção do restante do grupo, decide-se pela medicação de todo o lote de animais de forma preventiva.

Em sistemas de produção de suínos tecnificados, minimizar o número de animais que adoecem passou a ser uma meta muito importante. Em razão da presença de grandes populações, tornou-se cada vez mais difícil realizar o tratamento de animais individualmente. Deste modo o tratamento profilático ou metafilático passou a ser o mais utilizado na espécie suína para as diferentes infecções entéricas, respiratórias, sistêmicas ou reprodutivas (ver **Quadro 2** a seguir).

A utilização de antimicrobianos como facilitadores e/ou promotores de crescimento tem sido bastante reduzida em animais de produção nos últimos anos. O objetivo dessa utilização sempre foi melhorar o desempenho dos animais, favorecendo o ganho de peso diário e a conversão alimentar. Esta melhora no desempenho provavelmente está relacionada à redução de infecções subclínicas, redução na produção de metabólitos derivados do crescimento bacteriano no intestino, que leva a redução no crescimento dos animais ou a processos inflamatórios constantes e, finalmente, a redução no consumo de nutrientes pelos agentes bacterianos e maior absorção destes por parte do animal.

Considerando o fato de que mais de 95% do uso de antimicrobianos em suínos é realizado para profilaxia/metafilaxia ou tratamento de doenças em grandes lotes de animais, a principal via de administração dos ativos é a via oral. Antimicrobianos injetáveis são utilizados em



tratamento de animais doentes, em baias hospital, mas também são utilizados na metafilaxia de doenças respiratórias ou de infecções neonatais, por exemplo.

Nos casos em que a medicação injetável for a mais indicada, a administração intramuscular é a mais utilizada, permitindo a completa absorção do princípio ativo em concentrações teciduais mais altas que a administração oral. A injeção de medicamentos via intramuscular deve ser realizada sempre na tábua do pescoço, evitando que, caso haja lesões no local da aplicação, não se afete o nervo ciático ou a musculatura do pernil.

O tratamento de lotes de animais por via oral é certamente o mais utilizado por ser mais fácil e não exigir a manipulação e o estresse dos animais. Neste caso pode-se optar pela administração via ração ou pela água de bebida. Os principais pontos críticos relacionados às vias de administração de antimicrobianos estão resumidos adiante.

O tratamento pela água de bebida é o método mais rápido e eficaz no caso de rebanhos, uma vez que o animal, mesmo debilitado, não deixa de beber água, ainda que em volume menor. As desvantagens deste método são a necessidade de instalações apropriadas para este fim, como caixas d'água individualizadas para baias ou salas, baixa solubilidade de algumas drogas em água, ação de alguns veículos que podem obstruir bebedouros tipo chupeta, disponibilidade de pequeno número de ativos com solubilidade e estabilidade adequadas e dificuldade por parte dos produtores ou tratadores em realizar os cálculos e adicionar os produtos nas quantidades adequadas. Os suínos ingerem aproximadamente 10% de seu peso em água a cada 24 horas. Dependendo da temperatura ambiente, da palatabilidade da água e da droga administrada, um animal de 50 kg pode ingerir, em média, 5 litros de água por dia. A melhor conduta no caso de se optar pela medicação via água seria realizar a medição do consumo da baia ou lote por alguns dias usando um hidrômetro para ter uma média de consumo da granja em questão e utilizar um dado mais preciso.

Um detalhe importante é que 70% do consumo dos animais se concentra entre as 7h e 18h, pelo que a administração da medicação deve ser priorizada neste período de tempo. No inverno os animais têm um pico de consumo entre 11h e 15h (horas mais quentes) e no verão há um pico de consumo pela manhã e outro no final da tarde, com uma redução nos horários mais quentes, mas mantendo ainda 70% do consumo durante o dia.

A medicação com antimicrobianos via ração ainda é a forma mais utilizada no tratamento e profilaxia de rebanhos suínos. As desvantagens desta prática em infecções agudas, além do baixo consumo de alimentos por animais doentes, são a necessidade de retirar ou esperar que os animais terminem a ração não medicada antes de iniciar o tratamento, as dificuldades no preparo do lote de ração medicado quando a propriedade não possui fábrica de ração própria ou quando o lote a ser medicado é pequeno e, finalmente, o risco de erros na mistura de pequenas quantidades do princípio ativo. Por isso, a utilização de rações medicadas é mais recomendada para tratamentos de longa duração, para prevenção ou tratamento de infecções crônicas.

Ao contrário do que ocorre com a medicação via água, a ração medicada fica armazenada na granja por períodos variáveis. Do processamento até o consumo pelo animal, vários fatores podem alterar a ação do antimicrobiano. Os ativos que serão utilizados na medicação via ração devem ser estáveis a processos como peletização. Também devem ser protegidos da umidade, do calor e luz excessivos.

Tanto na medicação oral via água quanto via ração é necessário que o médico veterinário esteja habituado a realizar o cálculo da dose de forma adequada, pois trabalhará com um grupo de animais que não tem exatamente o mesmo peso, não apresenta o mesmo consumo e que ganha peso a cada dia. Por isso, a chance de erro de dosagem é muito grande, para mais ou para menos.

**Quadro 2.** Principais pontos críticos relacionados às vias de administração de antimicrobianos em criações de suínos.

| PONTOS CRÍTICOS DAS DIFERENTES VIAS DE ADMINISTRAÇÃO DE ANTIMICROBIANOS                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MEDICAÇÃO VIA INJETÁVEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | MEDICAÇÃO VIA ÁGUA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | MEDICAÇÃO VIA RAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco de abscessos e reações locais - uso de agulhas/seringas adequadas e limpas</li> <li>• Aplicação no local adequado para evitar lesões em pernil</li> <li>• Maior estresse por manipulação do animal para doses repetidas</li> <li>• Maior custo de mão de obra</li> <li>• Maior custo por dose</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solubilidade do ativo na água</li> <li>• Palatabilidade do ativo</li> <li>• Qualidade da água (dureza, pH) para influenciar na estabilidade do ativo</li> <li>• Tempo de estabilidade do ativo em água, sedimentação do ativo na caixa d'água</li> <li>• Formação de depósito na tubulação de água da granja, entupimento de chupetas</li> <li>• Maior risco de contaminação ambiental</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas na mistura com ração</li> <li>• Risco de degradação pelo processamento (peletização)</li> <li>• Baixo consumo por animais debilitados</li> <li>• Palatabilidade do ativo</li> <li>• Cuidado com ativos com pouca absorção no trato intestinal ou que sejam degradados</li> <li>• Risco de contaminar ou causar alergias nos manipuladores</li> <li>• Maior risco de contaminação ambiental</li> </ul> |

**Quadro 3.** Diferentes tipos de uso de antimicrobianos em produção de suínos

| TIPO DE USO      | OBJETIVO                | ROTA OU VEÍCULO        | USO INDIVIDUAL OU EM LOTES | ANIMAIS DOENTES                        |
|------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------------|
| Terapêutico      | Tratamento              | Injetável, ração, água | Individual ou em lotes     | Indivíduos ou lotes de animais doentes |
| Metafilático     | Prevenção e tratamento  | Injetável, ração, água | Em lotes                   | Alguns doentes e outros não            |
| Profilático      | Prevenção               | Ração                  | Em lotes                   | Sem evidência, mas com risco           |
| "Subterapêutico" | Promotor de crescimento | Ração                  | Em lotes                   | Sem doença                             |

**Fonte:** adaptado de McEwen & Fedorka-Cray, 2002

O **Quadro 4** a seguir apresenta uma lista de antimicrobianos de acordo com a ordem em que deveriam ser escolhidos para uso nos sistemas de produção, considerando as classes de antimicrobiano de uso terapêutico permitidas pela medicina veterinária no momento, a necessidade de preservar as classes de maior importância para a saúde humana, e a menor ocorrência de resistência a antimicrobianos.

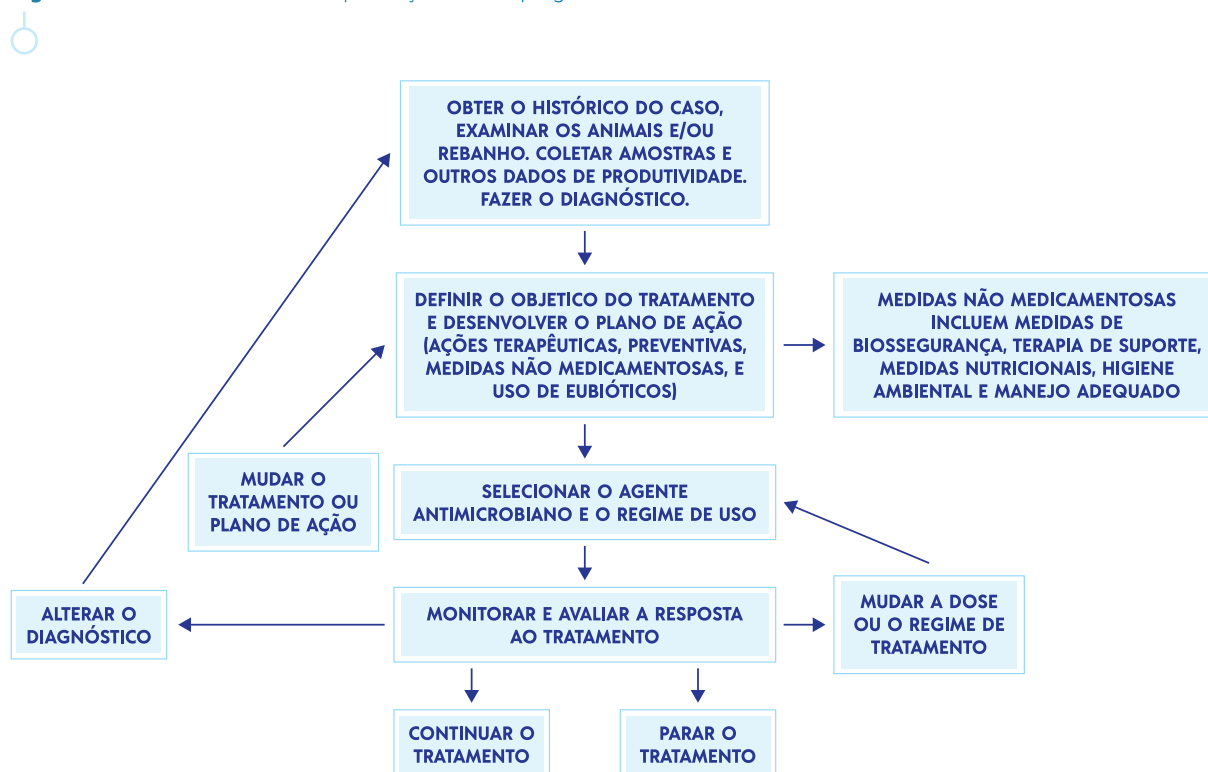
**Quadro 4.** Diferentes classes de antimicrobianos utilizados em suínos e ordem de escolha para uso de acordo com a importância em humanos e risco de disseminação de genes de resistência.

| CATEGORIA                          | CLASSE           | ATIVOS                                         |
|------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|
| GRUPO I<br>(Primeira linha de uso) | Tetraciclina     | Oxitetraciclina, doxiciclina, clortetraciclina |
|                                    | Sulfonamidas     | Sulfametoxazole, sulfametoxazole e trimetoprim |
|                                    | Penicilinas      | Penicilina                                     |
|                                    | Fenicóis         | Florfenicol                                    |
|                                    | Lincosamidas     | Lincomicina                                    |
|                                    | Pleuromutilinas  | Tiamulina, valnemulina                         |
|                                    | Aminoglicosídeos | Gentamicina, neomicina                         |

| CATEGORIA                          | CLASSE                                                           | ATIVOS                                                                                                              |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO II<br>(Segunda linha de uso) | Beta-lactâmicos<br>Aminiciclítóis<br>Macrolídeos<br>Azalídeos    | Amoxicilina, ampicilina<br>Espectinomicina<br>Tiliosina, tilmicosina, tulatromicina, tildipirosina<br>Gamitromicina |
| GRUPO III<br>(Último recurso)      | Quinolonas<br>Cefalosporinas<br>Polimixinas<br>Ácidos fosfônicos | Enrofloxacina, ciprofloxacina, marbofloxacina<br>Ceftiofur, cefquinoma<br>Colistina<br>Fosfomicina                  |

A escolha do princípio ativo, da via de administração e da dose adequada passam por várias etapas que envolvem desde o correto diagnóstico do problema até a avaliação das condições da propriedade. A **Figura 3** a seguir ilustra o fluxograma de decisões envolvidas na implantação de um programa de tratamento com antimicrobianos. O sucesso do tratamento com o antimicrobiano escolhido no programa depende de algumas variáveis que nem sempre estão relacionadas às decisões do veterinário. A **Figura 4** adiante apresenta os principais elementos relacionados ao insucesso de um tratamento com antimicrobianos.

**Figura 3.** Passos envolvidos na implantação de um programa de tratamento com antimicrobianos em um rebanho.



**Fonte:** adaptado de PAGE, S. W., & GAUTIER, P., 2012

**Figura 4.** Elementos que podem levar a falhas dos programas de tratamento com antimicrobianos em um rebanho



#### ELEMENTOS QUE PODEM LEVAR A FALHA NO PROGRAMA DE TRATAMENTO COM ANTIMICROBIANOS

**DIAGNÓSTICO INCORRETO:** Infecções por agentes não bacterianos (vírus, parasitas)  
**OBJETIVOS POUCO REALISTAS:** Tentativa de erradicar doenças apenas com antimicrobianos  
**PATOFISIOLOGIA:** Progressão de uma doença associada ou infecções mistas  
**FATORES DO HOSPEDEIRO:** Fatores predisponentes genéticos, imunossupressão, deficiência nutricional  
**FATORES LIGADOS AO PRODUTO:** Produto inadequado (vencido, armazenado de forma incorreta, falha de concentração)  
**TRATAMENTO:** Doses administradas de forma incorreta, consumo inadequado da água ou rações medicadas  
**FARMACOLOGIA:** Seleção incorreta do ativo, regime de uso inadequado (dose, via de administração, frequência e duração do tratamento).  
**FARMACOCINÉTICA:** Características de absorção, distribuição e eliminação do ativo. Distribuição do ativo no tecido alvo. Interação com outros medicamentos.  
**TERAPIA DE SUPORTE:** Ausência de terapia de suporte (falha na nutrição, hidratação, balanço eletrolítico, drenagem de abscessos)  
**FATORES LIGADOS AO AGENTE:** Presença de toxinas, resistência ao antimicrobiano, reinfecção, resistência intrínseca ao ativo, formação de biofilme ou nódulos que não são atingidos pelo ativo, presença de formas bacterianas sem parede (L-forms)  
**EPIDEMIOLÓGICOS:** Desafio com novas estirpes bacterianas de origem externa, ocorrência de doenças virais imunossupressoras  
**TOXICOLÓGICOS:** Reações adversas ao ativo, ocorrência de micotoxinas imunossupressoras e de impacto no metabolismo  
**FALHA NO DIAGNÓSTICO:** Coleta inadequada de amostras, exame de animais não representativos do problema do rebanho (não infectados, medicados, refugos)

**Fonte:** adaptado de PAGE, S. W., & GAUTIER, P., 2012

Em resumo, os seguintes aspectos práticos devem ser considerados na promoção do uso racional de antimicrobianos:

- Implementar e auditar regularmente programa de biossegurança prevenindo a disseminação e introdução de agentes patogênicos nos sistemas de produção;
- Intensificar diagnóstico das enfermidades realmente presentes no rebanho, utilizando antibióticos, principalmente, com finalidade terapêutica, com base em testes recentes de sensibilidade, preferencialmente de classes 1 e 2, conforme o Quadro 4, que tendem a causar menor impacto no desenvolvimento de resistência;
- Calcular de forma adequada a dose do antimicrobiano a ser utilizado via ração, água ou injetável em mg / kg peso;
- Realizar periodicamente o teste dos misturadores de ração, calculando o coeficiente de variação (CV%), que deve ser inferior a 10,0%, promovendo desta forma a distribuição homogênea do medicamento na ração;
- Utilizar antimicrobianos de laboratórios farmacêuticos de confiança e produtos devidamente registrados no Ministério da Agricultura, evitando desta forma a subdosagem dos princípios ativos;
- Buscar sempre a utilização de aditivos alternativos aos antibióticos, como eubióticos e outros, evitando principalmente a utilização de antimicrobianos como promotores de crescimento;
- Corrigir deficiências de manejo e falhas estruturais que demandem maior utilização de antimicrobianos. Concentrar os esforços em melhorias na ambiência, redução de *stress*, melhoria de práticas relacionadas a reduzir a pressão de infecção, e adotar medidas e estrutura para garantir o bem-estar animal.

## 9.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antimicrobianos são ferramentas essenciais nos sistemas de produção de suínos, porém o uso exagerado das mesmas tem favorecido a ocorrência e disseminação de resistência, a qual tem sérias implicações em saúde pública. A redução na dependência destes ativos, ou seja, o uso racional dos antimicrobianos, exige uma detalhada revisão de aspectos sanitários, nutricionais e de infraestrutura de nossos sistemas de produção, bem como cultural de todos envolvidos neste processo, permitindo a adequação dos mesmos a esta demanda que transcende as porteiras das propriedades rurais.

## 9.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTON, M.D. Impact of antibiotic use in the swine industry. *Current Opinion in Microbiology*, 19(1), 9–15, 2014
- DUTRA, M. Uso de Antimicrobianos em Suinocultura no Brasil: Análise crítica e Impacto Sobre Marcadores Epidemiológicos de Resistência. Tese (Doutorado em Ciências), USP, 2017
- McEWEN, S. A., FEDORKA-CRAY, J. Antimicrobial Use and Resistance in Animals. *Clinical Infectious Diseases*, v. 34, Issue Supplement\_3, 1, Pages S93–106, 2002.
- HOJBERG O., CANIBE N., POULSEN H.D., HEDEMAN M.S., JENSEN B.B. Influence of dietary zinc oxide and copper sulfate on the gastrointestinal ecosystem in newly weaned piglets. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(5), 2267–2277, 2005
- KATOULI M., MELIN L., JENSEN-WAERN M., WALLGREN P., MOLLBY R. The effect of zinc oxide supplementation on the stability of the intestinal flora with special reference to composition of coliforms in weaned pigs. *Journal of Applied Microbiology*, 87(4), 564–573, 1999
- LIU, Y., ESPINOSA C.D., ABELILLA, J.J., CASAS G.A., LAGOS LV., LEE S.A., KWON W.B., MATHAI J.K., NAVARRO D.M.D.L, JAWORSKI N.W., STEIN H.H. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review. *Animal Nutrition*, 4, 113–125, 2018.
- PAGE, S. W., & GAUTIER, P. (2012). Use of antimicrobial agents in livestock. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 31(1), 145–188. <https://doi.org/10.20506/rst.31.1.21>
- SILVA, K, C; KNÖBL, T.; MORENO, A. M. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: mechanisms and bacterial agents with the greatest impact on human health. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 171–183, 2013
- TRIPATHY M.K. Effect of Nutrition on Production, Composition, Fatty acids and Nutraceutical Properties of Milk. *Journal Advances in Dairy Research*, 2(2), 1–11, 2014
- VAN BOECKEL, T. P., BROWER, C., GILBERT, M., GRENFELL, B. T., LEVIN, S. A., ROBINSON, T. P., LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015
- VAN HEUGTEN E., SPEARS J.W., KEGLEY E.B., WARD J.D., QURESHI M.A. Effects of organic forms of zinc on growth performance, tissue zinc distribution, and immune response of weanling pigs. *Journal Animal Science*, 81(8), 2063–2071, 2003
- ZHAO J., HARPER A.F., ESTIENNE M.J., WEBB K.E., MCELROY A.P., DENBOW D.M. Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and non-sanitary environments. *Journal of Animal Science*, 85(5), 1302–1310, 2007.

## 9.6. ANEXO 1 - MODELO CHECK-LIST DE BIOSSEGURANÇA

| AUDITORIA DE BIOSSEGURANÇA                                           |                                                 |                    |            |            |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|------------|------------|
| NOME GRANJA:                                                         |                                                 |                    |            |            |
| AUDITOR:                                                             |                                                 |                    |            |            |
| CARACTERÍSTICAS DA PROPRIEDADE:                                      | (Núcleo) (Multiplicadora) (Comercial)           |                    |            |            |
| CARACTERÍSTICAS DO SÍTIO:                                            | (Ciclo Completo) (UPL) (Crechário) (Terminação) |                    |            |            |
| DATA:                                                                |                                                 |                    |            |            |
| COMENTÁRIOS:                                                         |                                                 |                    |            |            |
| ASPECTO                                                              | ADEQUADO                                        | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
| <b>EDUCAÇÃO</b>                                                      | <b>10</b>                                       | <b>5</b>           | <b>0</b>   |            |
| Presença de Programa de Biossegurança                                |                                                 |                    |            |            |
| Presença de POP relacionado à Biossegurança                          |                                                 |                    |            |            |
| Realiza Auditoria do Programa de Biossegurança (frequência)          |                                                 |                    |            |            |
| Treinamento dos empregados                                           |                                                 |                    |            |            |
| <b>CARACTERÍSTICAS DA PROPRIEDADE E LOCALIZAÇÃO</b>                  |                                                 |                    |            |            |
| Proximidade de outra granja (< 3,0 km de distância)                  |                                                 |                    |            |            |
| Status sanitário das granjas mais próximas                           |                                                 |                    |            |            |
| Proximidade de abatedouro (< 3,0 km de distância)                    |                                                 |                    |            |            |
| Densidade de suínos (< 1000 animais; 1001-5000; >5000 animais)       |                                                 |                    |            |            |
| Tráfego local (leve/médio/pesado)                                    |                                                 |                    |            |            |
| Presença de outros animais ao redor da granja (criação, selvagem)    |                                                 |                    |            |            |
| Presença de outros animais dentro da propriedade (cães, gatos)       |                                                 |                    |            |            |
| Presença de "Cinturão Verde"                                         |                                                 |                    |            |            |
| Presença e manutenção de cercas                                      |                                                 |                    |            |            |
| Presença de placas de biossegurança                                  |                                                 |                    |            |            |
| Política de entrada na propriedade (controle dos portões de entrada) |                                                 |                    |            |            |

| ASPECTO                                                                                         | ADEQUADO | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------|------------|
| <b>EMPREGADOS E VISITANTES</b>                                                                  |          |                    |            |            |
| Livro de Visitas                                                                                |          |                    |            |            |
| Política de vazios sanitários (funcionários e visitantes)                                       |          |                    |            |            |
| Empregados autorizados a criar próprios animais                                                 |          |                    |            |            |
| Política de banho para entrar e sair da granja                                                  |          |                    |            |            |
| Limpeza e manutenção da área de banho                                                           |          |                    |            |            |
| Área "limpa" e "suja" bem definidas                                                             |          |                    |            |            |
| Sistema Dinamarquês (sem banho, mas com troca de roupa, botas e limpeza das mãos)               |          |                    |            |            |
| Equipamentos / Utensílios pessoais são permitidos adentrar à granja                             |          |                    |            |            |
| Roupas e botas são providenciadas                                                               |          |                    |            |            |
| Carne suína de origem externa autorizada a entrar na granja                                     |          |                    |            |            |
| Contato ou contaminação cruzada entre motoristas e funcionários da granja durante carregamentos |          |                    |            |            |
| <b>ISOLAMENTO / QUARENTENA</b>                                                                  |          |                    |            |            |
| Distância da Quarentena até os barracões da granja (>500 m)                                     |          |                    |            |            |
| Período de Quarentena (>28-30 dias)                                                             |          |                    |            |            |
| Política de banho para entrar e sair da quarentena                                              |          |                    |            |            |
| Movimento de pessoas                                                                            |          |                    |            |            |
| Transporte dos animais (veículos dedicados)                                                     |          |                    |            |            |
| Procedimentos de testes realizados nos animais                                                  |          |                    |            |            |
| Testes sorológicos (ELISA)                                                                      |          |                    |            |            |
| Realização de PCR                                                                               |          |                    |            |            |
| Status de saúde dos animais de reposição                                                        |          |                    |            |            |
| Origem dos animais de reposição (mais de uma origem)                                            |          |                    |            |            |
| Frequência da chegada dos animais de reposição à quarentena                                     |          |                    |            |            |
| Animais transportados em veículos dedicados                                                     |          |                    |            |            |



| ASPECTO                                                   | ADEQUADO | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------|------------|
| <b>EQUIPAMENTOS/SUPLEMENTOS</b>                           |          |                    |            |            |
| Câmera de Desinfecção ou luz UV presente                  |          |                    |            |            |
| Câmera de Desinfecção ou luz UV utilizada apropriadamente |          |                    |            |            |
| Equipamentos / Suplementos compartilhados entre granjas   |          |                    |            |            |
| Frequência de entrega de suplementos                      |          |                    |            |            |
| Entrega de suplementos segue status sanitário da pirâmide |          |                    |            |            |
| Suplementos entregues em veículos dedicados               |          |                    |            |            |
| <b>CONTROLE DE PRAGAS</b>                                 |          |                    |            |            |
| Controle de Roedores                                      |          |                    |            |            |
| Porta-isca presente à cada 15-20 metros                   |          |                    |            |            |
| Porta-isca utilizados apropriadamente                     |          |                    |            |            |
| Registro da reposição de iscas                            |          |                    |            |            |
| Controle de insetos                                       |          |                    |            |            |
| Controle de pássaros (presença de telas nos barracões)    |          |                    |            |            |
| Silos mantidos com as tampas fechadas                     |          |                    |            |            |
| Restos de ração limpos adequadamente                      |          |                    |            |            |
| Manutenção da área ao redor dos barracões                 |          |                    |            |            |
| Presença de água parada ao redor dos barracões            |          |                    |            |            |
| <b>SÊMEN</b>                                              |          |                    |            |            |
| Produzido na mesma propriedade                            |          |                    |            |            |
| Recebido de outra propriedade                             |          |                    |            |            |
| Sêmen entregue pela técnica de duplo empacotamento        |          |                    |            |            |
| Frequência monitoria sanitária (quais enfermidades?)      |          |                    |            |            |
| <b>ÁGUA</b>                                               |          |                    |            |            |
| Fonte de água (poço, captação de ribeirão...)             |          |                    |            |            |
| Armazenamento de água                                     |          |                    |            |            |
| Tratamento da água (uso de cloro, filtros...)             |          |                    |            |            |
| Frequência de limpeza do sistema                          |          |                    |            |            |
| Frequência da análise de água                             |          |                    |            |            |

| ASPECTO                                                                     | ADEQUADO | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------|------------|
| <b>AR</b>                                                                   |          |                    |            |            |
| Granja utiliza filtros de ar (manejo dos filtros)                           |          |                    |            |            |
| <b>TRANSPORTE DE ANIMAIS</b>                                                |          |                    |            |            |
| Motoristas recebem treinamento sobre biossegurança                          |          |                    |            |            |
| Motoristas utilizam jaleco, botas e luvas limpas em cada transporte         |          |                    |            |            |
| Motoristas são permitidos criarem seus próprios animais (suínos)            |          |                    |            |            |
| Veículos têm sido limpos, lavados, desinfetados e secos apropriadamente     |          |                    |            |            |
| Utiliza detergente (produto, diluição,...)                                  |          |                    |            |            |
| Utiliza desinfetante (produto, diluição,...)                                |          |                    |            |            |
| Veículos seguem política de vazio sanitário                                 |          |                    |            |            |
| Transporte respeita status sanitário dos sítios                             |          |                    |            |            |
| Registro dos transportes (rastreabilidade)                                  |          |                    |            |            |
| Coleta de suabe dos caminhões para avaliar processo de limpeza              |          |                    |            |            |
| Linhas de separação são respeitadas na área de carregamento                 |          |                    |            |            |
| Área de carregamento são limpas e desinfetadas antes e após cada utilização |          |                    |            |            |
| <b>TRANSPORTE INTERNO (LEITOAS, ANIMAIS MORTOS)</b>                         |          |                    |            |            |
| Motoristas recebem treinamento sobre biossegurança                          |          |                    |            |            |
| Registro dos transportes (rastreabilidade)                                  |          |                    |            |            |
| Veículos têm sido limpos, lavados, desinfetados e secos apropriadamente     |          |                    |            |            |
| Conservação, armazenamento dos veículos                                     |          |                    |            |            |
| <b>TRANSPORTE DE RAÇÃO</b>                                                  |          |                    |            |            |
| Motoristas recebem treinamento sobre biossegurança                          |          |                    |            |            |
| Motoristas são permitidos criarem seus próprios animais (suínos)            |          |                    |            |            |

| ASPECTO                                                                       | ADEQUADO | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------|------------|
| Entrega pelo lado de fora da cerca                                            |          |                    |            |            |
| Motorista utiliza botas plásticas                                             |          |                    |            |            |
| Aceita entrega de ração em sacos                                              |          |                    |            |            |
| Veículos dedicados                                                            |          |                    |            |            |
| Veículos seguem política de vazio sanitário                                   |          |                    |            |            |
| Transporte respeita status sanitário dos sítios                               |          |                    |            |            |
| Registro dos transportes (rastreadabilidade)                                  |          |                    |            |            |
| Procedimento de limpeza e desinfecção                                         |          |                    |            |            |
| <b>MANEJOS GERAIS</b>                                                         |          |                    |            |            |
| Limpeza e desinfecção de equipamentos utilizados no processamento dos leitões |          |                    |            |            |
| Lava mãos entre leitegadas                                                    |          |                    |            |            |
| Desinfecção de botas entre salas                                              |          |                    |            |            |
| Procedimento de limpeza e desinfecção - Maternidade                           |          |                    |            |            |
| Procedimento de limpeza e desinfecção - Creche e Terminação                   |          |                    |            |            |
| Respeita vazio sanitário entre lotes                                          |          |                    |            |            |
| Adota sistema "todos dentro-todos fora"                                       |          |                    |            |            |
| Frequência de troca de agulhas durante vacinação do rebanho                   |          |                    |            |            |
| Frequência de troca de agulhas durante medicação do rebanho                   |          |                    |            |            |
| Frequência de troca de agulhas durante vacinação dos leitões                  |          |                    |            |            |
| Frequência de troca de agulhas durante medicação dos leitões                  |          |                    |            |            |
| Programa de vacinação                                                         |          |                    |            |            |
| Controle de qualidade das vacinas                                             |          |                    |            |            |
| Armazenamento de produtos veterinários                                        |          |                    |            |            |
| Uso de medicamentos veterinários                                              |          |                    |            |            |
| Manutenção dos silos                                                          |          |                    |            |            |
| Leitor de eletricidade (fora da cerca)                                        |          |                    |            |            |

| ASPECTO                                                                                                     | ADEQUADO | PRECISA DE AJUSTES | INADEQUADA | COMENTÁRIO |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------|------------|
| <b>MANEJOS GERAIS</b>                                                                                       |          |                    |            |            |
| Frequência de retirada                                                                                      |          |                    |            |            |
| Barracões possuem áreas específicas para remoção dos animais mortos e são devidamente limpas e desinfetadas |          |                    |            |            |
| Contato físico de volta entre equipamentos, utensílios, roupas utilizadas para remoção dos animais mortos   |          |                    |            |            |
| Equipamentos limpos e desinfetados à cada remoção de animais mortos                                         |          |                    |            |            |
| Empregados não entram na granja após recolher animais mortos                                                |          |                    |            |            |
| Sistema propriamente utilizado (compostagem / incineração...)                                               |          |                    |            |            |
| <b>RETIRADA DE LIXO</b>                                                                                     |          |                    |            |            |
| Frequência                                                                                                  |          |                    |            |            |
| Localização da caçamba de lixo                                                                              |          |                    |            |            |
| <b>MANEJO DE DEJETOS</b>                                                                                    |          |                    |            |            |
| Pessoa responsável recebe treinamento sobre biossegurança                                                   |          |                    |            |            |
| Sistema utilizado apropriadamente                                                                           |          |                    |            |            |
| Fluxo da descarga                                                                                           |          |                    |            |            |
| Presença de erosão                                                                                          |          |                    |            |            |
| Distribuição dos dejetos (campo ou outro sistema)                                                           |          |                    |            |            |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                |          |                    |            |            |

| CLASSIFICAÇÃO    |                    |
|------------------|--------------------|
| PONTUAÇÃO        | NÍVEL DE RISCO     |
| <b>0-300</b>     | EXTREMO ALTO RISCO |
| <b>301-600</b>   | ALTO RISCO         |
| <b>601-900</b>   | MÉDIO-ALTO RISCO   |
| <b>901-1000</b>  | MÉDIO RISCO        |
| <b>1001-1100</b> | BAIXO-MÉDIO RISCO  |
| <b>1101-1200</b> | BAIXO RISCO        |



# CAPÍTULO 10 – ESTRATÉGIAS DIETÉTICAS PARA REDUÇÃO DOS ANTIMICROBIANOS

**Autores:** JÚNIOR, J.G.C., LUNA, U.V., VIEIRA, B.S.

**Contato:** caramori.ufmt@gmail.com

## 10.1. INTRODUÇÃO

Os antibióticos vêm sendo utilizados na alimentação animal praticamente desde o seu descobrimento. Na suinocultura industrial, por exemplo, estima-se que entre 70-80% dos plantéis de maternidade e crescimento recebam algum tipo de antibiótico na dieta. Nas fases de terminação e reprodução, este número cai para 40-50% (CROMWELL, 2002). Mas qual o motivo do uso tão acentuado dos antibióticos na produção animal?

Para melhor entender essa questão, vale lembrar que os antibióticos são utilizados na alimentação animal com diferentes objetivos:

**1. Melhorar o desempenho:** aprimorar o ganho de peso e a eficiência alimentar do plantel, reduzindo os níveis de mortalidade e melhorando a eficiência reprodutiva dos animais;

**2. Prevenir infecções:** reduzir a ocorrência e a disseminação de patógenos específicos em granjas sob alto desafio sanitário;

**3. Tratar infecções:** combater infecções já instaladas no plantel.

Obviamente, independente do objetivo proposto, grande parte dos benefícios decorrentes da utilização dos antibióticos baseia-se em sua ação antimicrobiana. No entanto, outros mecanismos vêm sendo propostos como parte da explicação para os efeitos benéficos associados à sua utilização.

Nas últimas décadas, o uso de antibióticos na produção animal tem sofrido grandes restrições. A maior justificativa para isso é a possibilidade de desenvolvimento de um reservatório significativo de bactérias resistentes a antibióticos na população animal, com potencial para transferir essa resistência a bactérias patogênicas aos seres humanos e, assim, colocar em risco a saúde pública. Ao longo dos anos, diferentes estudos analisaram a segurança do uso de antibióticos na produção animal e, embora muita controvérsia ainda permeie essa área do conhecimento, em geral as conclusões são de que a possibilidade de transferência de genes de resistência entre a microbiota animal e humana é real. No entanto, ainda não está claro qual é a frequência com que esse tipo de transmissão ocorre nem a sua real importância para a terapêutica humana (FAO, 2003; JETACAR, 1999; MCEWEN, 2006). Algo relevante nesta discussão é que, com grande frequência, o fato de que a microbiota humana pode também transmitir genes de resistência à microbiota animal, e não apenas o contrário, é deixado de lado na maioria dos estudos (ARGUDÍN et al., 2017; DAVIES e DAVIES, 2010; KIRBIS e KRIZMAN, 2015).

Independente das polêmicas e controvérsias comuns a essa área, o uso de antibióticos na produção animal tem sofrido duras restrições e até mesmo proibições em diferentes partes do mundo. Há atualmente uma forte pressão por parte dos consumidores, especialmente aqueles ligados a entidades que militam nas causas ambientais e de bem-estar animal, para a completa proibição do uso dos antibióticos na alimentação animal. Frente a este cenário, discutiremos aqui os mecanismos pelos quais os antibióticos promovem melhora no desempenho dos plantéis suínos e apresentaremos as principais estratégias dietéticas que vêm sendo estudadas como substitutas aos antibióticos melhoradores de desempenho na suinocultura industrial.

## 10.2. A AÇÃO DOS ANTIBIÓTICOS MELHORADORES DE DESEMPENHO

Os mecanismos pelos quais os antibióticos melhoram o desempenho produtivo dos animais são diversos e nem todos foram completamente elucidados até o momento. No entanto, para facilitar o seu estudo, podemos agrupá-los em quatro distintas categorias:

1. Inibição de infecções subclínicas;
2. Redução da concentração gastrointestinal de metabólitos microbianos com efeito depressor sobre o ganho de peso;
3. Redução do uso de nutrientes dietéticos pelos microrganismos gastrointestinais;
4. Melhora na absorção de nutrientes da dieta pela redução da espessura da parede intestinal (GASKINS et al., 2002).

De maneira simplificada, a ação conjunta desses efeitos permite que o animal expresse em maior plenitude o seu potencial genético, uma vez que diminui o custo metabólico/nutricional de manutenção da homeostase orgânica. Não por acaso, animais jovens, com os sistemas digestório e imunológico ainda em maturação, tendem a responder melhor aos antibióticos promotores de crescimento do que animais mais velhos. Da mesma forma, plantéis criados em ambientes mais contaminados respondem melhor aos promotores de crescimento do que aqueles criados em ambiente com melhores condições higiênico-sanitárias.

Sabe-se que a microbiota intestinal, seja ela comensal ou patogênica, compete por nutrientes da dieta com o organismo animal no intestino delgado, reduzindo assim a eficiência alimentar do plantel e o desempenho produtivo dos animais. Estudos já demonstraram que em torno de 6% da energia bruta da dieta de leitões é perdida em decorrência da utilização de glicose pela microbiota entérica (VERVAEKE et al., 1979). Aminoácidos também podem sofrer o mesmo destino e, como agravante, darem origem a compostos prejudiciais à saúde gastrointestinal como aminas, amônia e fenóis (MACFARLANE e MACFARLANE, 1995). Além disso, a digestão de lipídios pode também ser prejudicada pela microbiota intestinal que desconjuga parte dos sais biliares responsáveis pelo importantíssimo processo de emulsificação de óleos e gorduras (HYLEMON, 1985). Uma das formas mais didáticas de se mensurar esses efeitos é através do uso de animais *germ free*.

Animais *germ free* não apresentam alteração significativa de desempenho ao receberem antibióticos promotores de crescimento. No entanto, reduzem seu ganho de peso ao serem inoculados com cultura de bactérias gastrointestinais (COATES, 1980; COATES et al., 1963). Sob essa óptica, duas diferenças bastante evidentes são observadas entre animais *germ free* e convencionais:



1. Animais convencionais apresentam parede intestinal mais espessa, com hipertrofia da lâmina própria e maior presença de tecidos conjuntivo e linfóide, consequência direta de um processo inflamatório local de grau leve mas constante, induzido pela microbiota residente;

2. Animais *germ free* apresentam menor *turnover* de células epiteliais no intestino, o que pode indicar menor gasto energético para manutenção e maior aporte de energia líquida aos processos anabólicos.

A população bacteriana do intestino delgado é formada basicamente por Gram positivas. Não por acaso, são as Gram positivas o principal alvo dos antibióticos melhoradores de desempenho em uso atualmente na produção de suínos (ver **Tabela 1** a seguir). Dentre os representantes dessa categoria, os gêneros *Lactobacillus* e *Streptococcus* são bastante responsivos aos antibióticos melhoradores de desempenho, apresentando-se em quantidades significativamente menores nos animais tratados. *Lactobacillus* é um dos gêneros bacterianos de maior participação no processo de desconjugação de sais biliares no intestino delgado, o que chama bastante atenção, uma vez que também é aquele com maior presença nos probióticos comercialmente disponíveis para suínos (JONSSON e CONWAY, 1992; LIAO e NYACHOTI, 2017).

**Tabela 1.** Características dos antibióticos melhoradores de desempenho autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso na suinocultura

| Molécula      | Classe                 | Espectro   | Mecanismo de ação                     |
|---------------|------------------------|------------|---------------------------------------|
| avilamicina   | oligossacarídeos       | Gram +     | inibição da síntese proteica          |
| bacitracina   | polipeptídeos          | Gram +     | inibição da síntese da parede celular |
| enramicina    | polipeptídeos          | Gram +     | inibição da síntese da parede celular |
| flavomicina   | fosfoglicolipídeos     | Gram +     | inibição da síntese da parede celular |
| halquinol     | clorohidroxiquinolonas | Gram + e - | inibição da replicação de DNA         |
| lincomicina   | lincosamidas           | Gram +     | inibição da síntese proteica          |
| narasina      | polieter               | Gram +     | alteração de membrana                 |
| salinomicina  | polieter               | Gram +     | alteração de membrana                 |
| tiamulina     | diterpene              | Gram +     | inibição da síntese proteica          |
| tilosina      | macrolídeos            | Gram +     | inibição da síntese proteica          |
| virginamicina | streptogramina         | Gram +     | inibição da síntese proteica          |

Pelo exposto, fica evidente que qualquer estratégia que vise a substituir os antibióticos melhoradores de desempenho na produção animal deve mimetizar, ao todo ou em parte, os efeitos dessas moléculas sobre a microbiota e o metabolismo animal. Neste sentido, práticas que reduzam a ocorrência de infecções no plantel, melhorem o desenvolvimento e a saúde intestinal, e modulem a microbiota intestinal em direção à maior concentração de microrganismos "desejáveis" têm espaço nesta discussão.

Estratégias sanitárias básicas como a segregação dos animais por idade, o alojamento em sistema all in all out, e a adoção de programas específicos de biossegurança e vacinação são algumas das ferramentas já incorporadas à suinocultura industrial há algum tempo. Além disso, a suplementação da dieta com substâncias diversas como acidificantes, enzimas exógenas, fitoterápicos, prebióticos, probióticos, zinco e outras também vem ganhando cada vez mais espaço nas formulações comerciais. Infelizmente, nenhuma dessas práticas provou ser robusta o suficiente para substituir por completo os antibióticos melhoradores de desempenho na produção de suínos.

A maior dificuldade em se encontrar substitutos eficazes aos antibióticos melhoradores de desempenho reside, talvez, na grande complexidade da microbiota intestinal dos animais, que faz com que apenas 20-30% das espécies bacterianas presentes no intestino possam ser cultivadas e devidamente analisadas. Dessa maneira, entre 70-80% da microbiota intestinal dos animais ainda permanece subavaliada, mesmo nos dias atuais onde técnicas moleculares já permitem uma análise mais completa da estrutura populacional da microbiota intestinal. Assim, muito ainda temos que conhecer das interrelações entre a microbiota intestinal e o organismo animal para enfim traçarmos planos mais assertivos e eficazes para a substituição dos antibióticos melhoradores de desempenho na alimentação animal. Até o presente momento, parece-nos mais sensato acreditar que o uso combinado de diferentes estratégias terá mais sucesso nessa tarefa do que o uso individualizado de uma única substância ou prática de manejo.

### 10.3. ACIDIFICANTES

Os acidificantes dietéticos podem ser alternativas aos antimicrobianos melhoradores de desempenho na produção de suínos pois a sua utilização pode resultar na melhora da digestibilidade dos nutrientes e redução da diarreia. Os acidificantes podem ser classificados em: 1) ácidos orgânicos; 2) ácidos inorgânicos; 3) sais de ácidos (PAPATSIROS; BILLINIS, 2012; LIU et al., 2018). Misturas de ácidos, incluindo misturas de vários ácidos orgânicos, ou misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos também podem ser usadas para maximizar os efeitos de acidificação em dietas para suínos (ZENTEK et al., 2013, AHMED et al., 2014, KUANG et al., 2015). Enquanto o modo exato de ação dos acidificantes dietéticos não foi ainda completamente elucidado, os seguintes mecanismos foram propostos: 1) um pH gástrico diminuído ou estabilizado pode levar ao aumento da atividade da pepsina; 2) uma modulação e alteração da microbiota intestinal pode inibir a atividade bacteriana patogênica; 3) os acidificantes podem melhorar a digestibilidade dos nutrientes nos intestinos delgado e grosso, resultando em maior retenção de nutrientes (KIL et al., 2011, PAPATSIROS; BILLINIS, 2012; LIU et al., 2018).

#### 10.3.1. Ácidos orgânicos

Os ácidos fórmico, fumárico, láctico e cítrico são os mais comumente usados como fontes alternativas aos antimicrobianos. A suplementação de dietas com ácidos orgânicos geralmente resulta em uma redução no pH do estômago. O ácido fórmico, o ácido cítrico e o ácido benzóico melhoraram a taxa de crescimento e a conversão alimentar quando incluídos em dietas para leitões desmamados (LIU et al., 2018) e suínos em crescimento (SURYANARAYANA et al., 2012). Eckel et al., (1992), verificaram efeito positivo na digestibilidade de proteína e autores como Gabert e Sauer (1995) relatam redução na digestibilidade do aminoácido ileal como resultado da acidificação da dieta. No entanto, a suplementação de dietas com ácido cítrico teve efeito positivo sobre a digestibilidade de proteínas, cálcio e fósforo em porcas (LIU et al., 2018). O ácido benzóico na dieta demonstrou melhorar a digestibilidade aparente de Ca e P em suínos em crescimento, proteína bruta em leitões desmamados (XU et al., 2018; LIU et al., 2018), e matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta em porcas (KLUGE et al., 2010). O ácido fórmico adicionado a dietas para leitões desmamados também pode aumentar a diversidade microbiana intestinal e alterar as concentrações de certos micróbios intestinais (LUISE et al., 2017). É possível que fontes de proteína e níveis de inclusão de ácidos nas dietas estejam entre as razões

para os resultados inconsistentes que foram relatados (BLANK et al., 1999, KIL et al., 2011). Como exemplo, dietas contendo farelo de oleaginosas como fonte primária de proteína geralmente mostram uma resposta maior aos acidificantes em comparação com dietas contendo proteína do leite e respostas aos acidificantes são geralmente dependentes da dose (RAVINDRAN; KORNEGAY, 1993).

Recentemente, demonstrou-se que as combinações de ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia média reduzem com maior intensidade a atividade patogênica microbiana do que ácidos individualizados (ZENTEK et al., 2013), além de manterem efeitos benéficos sobre a digestibilidade de nutrientes e ganho de peso dos animais (UPADHAYA et al., 2014, KUANG et al., 2015, LONG et al., 2018). Foi demonstrado que a razão para esta observação é que a expressão de citocinas pró-inflamatórias no intestino foi negativamente regulada e a proliferação de Lactobacilos foi aumentada (KUANG et al., 2015). O pH no estômago, bem como a concentração de bactérias patogênicas no trato intestinal, também foram reduzidos em suínos alimentados com dietas contendo uma combinação de ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia média (ZENTEK et al., 2013; LIU et al., 2018). Da mesma forma, a concentração de radicais hidroxila no soro foi reduzida em porcos alimentados com uma combinação de ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia média (LONG et al., 2018).

### 10.3.2. Ácidos inorgânicos

Ácidos inorgânicos comumente usados na dieta de suínos são o ácido clorídrico, ácido sulfúrico e o ácido fosfórico. Mahan et al. (1996) relataram respostas positivas ao desempenho quando as dietas foram suplementadas com ácido fosfórico e ácido clorídrico em conjunto. No entanto, Gedek et al. (1992), Eidelsburger et al. (1992a), Roth et al. (1992), Kil et al. (2006) e Kil et al. (2011) não observaram efeito positivo da suplementação de ácido clorídrico sobre o desempenho dos animais. A suplementação de dietas com ácido sulfúrico, por outro lado, tem resultado em efeito negativo sobre o ganho de peso (EIDELSBURGER et al., 1992b, MAHAN et al., 1996).

### 10.3.3. Sais de ácidos

Os sais de ácidos também são utilizados como acidificantes para suínos e estes sais incluem formato de cálcio, diformato de potássio, diformato de sódio e fumarato de sódio. Efeitos positivos do formato de cálcio no desempenho do crescimento e escores de diarreia foram relatados (BOSI et al., 2007), mas, em geral, o formato de cálcio não é tão eficiente quanto o diformato de potássio (LI et al., 2008). O diformato de potássio pode resultar em maiores concentrações de ácido clorídrico gástrico e ácido láctico devido ao aumento da expressão de mRNA da H<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase e dos receptores de gastrina na mucosa gástrica oxínica (XIA et al., 2016). Efeitos positivos sobre a matéria seca e a digestibilidade protéica da suplementação de dietas com sódio-diformato e sódio-fumarato também foram relatados (LIU et al., 2018).

O ácido butírico, também conhecido como ácido butanoico, é um dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos pela fermentação microbiana no trato gastrointestinal de suínos (MALLO et al., 2012). Especialmente, os ácidos propiônico e butírico produzidos no trato gastrointestinal são considerados metabólitos importantes que possuem efeitos antibacterianos em bactérias patogênicas (STECHER; HARDT, 2011). A adição de ácido butírico diretamente a uma dieta suína pode ser limitada por causa de suas características

altamente voláteis e corrosivas (PIVA et al., 2002). Portanto, alguns produtos do ácido butírico têm sido usados em formas combinadas com Ca e Na. Machinsky et al. (2015) observaram um efeito positivo do Na-butirato na digestibilidade protéica de suínos. Recentemente, o Na-butirato na dieta diminuiu os escores de diarreia de leitões desmamados (FANG et al., 2014) e melhorou o desempenho do crescimento (LU et al., 2008; HANCZAKOWSKA et al., 2014; KUANG et al., 2015). Além disso, a suplementação de Na-butirato para dietas de porcas gestantes e dietas pré-desmamadas de suínos (LE GALLI et al., 2009; LU et al., 2012) foi reportada como tendo um efeito positivo sobre os genes oxidativos do tecido muscular e adiposo e desempenho de crescimento.

#### 10.3.4. Misturas de ácidos

Uma mistura de ácidos cítricos e ácidos sórbicos resultou em melhor desempenho de crescimento de suínos (GRILLI et al., 2010). Já a mistura de ácidos orgânicos e inorgânicos aumentou *Lactobacillus* spp. e diminuiu a contagem de *Escherichia coli*, mas não melhorou o desempenho de crescimento dos suínos (AHMED et al., 2014). Da mesma forma, a adição de uma mistura de ácidos orgânicos (ácidos fumárico, lactato, cítrico, propiônico e benzóico) seguida de uma mistura de ácido fosfórico, fumárico, láctico e cítrico melhorou o desempenho de crescimento de leitões recém-desmamados (WALSH et al., 2007). Upadhaya et al. (2014) também relataram aumento de *Lactobacillus* spp. em fezes de suínos alimentados com uma mistura de acidificantes e uma mistura de acidificantes foi eficaz na redução da diarreia em porcos que foram estressados pelo calor (WANG et al., 2016a, WANG et al., 2016b).

Vários acidificantes são usados em dietas fornecidas aos suínos, mas os resultados relatados na literatura não têm sido consistentemente positivos. Assim, mais pesquisas são necessárias para esclarecer os modos de ação dos acidificantes e estabelecer sob quais condições uma resposta positiva pode ser esperada (LIU et al., 2018).

### 10.4. ENZIMAS EXÓGENAS

Enzimas exógenas vêm sendo cada vez mais utilizadas na produção de suínos, especialmente as fitases, que dominam 60% desse mercado e estão presentes quase que na totalidade das dietas comerciais. Além delas, carboidrases (xilanases, celulasas, amilases, etc) e proteases também vêm ganhando espaço na suinocultura moderna.

A depender do tipo de enzima utilizada, diferentes mecanismos de ação têm sido propostos para explicar seus efeitos benéficos ao animal, entre eles: 1) hidrólise de ligações químicas de compostos alimentares pouco ou totalmente inacessíveis ao aparato enzimático intrínseco do animal (por exemplo os polissacarídeos não amiláceos); 2) redução do efeito protetivo de polissacarídeos da parede celular de ingredientes vegetais sobre diversos nutrientes, aumentando assim a digestibilidade de aminoácidos, amido e minerais; 3) inativação de fatores antinutricionais da dieta (por exemplo o ácido fítico); 4) redução da viscosidade da digesta e aumento da digestibilidade geral da dieta; 5) complementação na atividade digestiva das enzimas endógenas de animais jovens, com o trato digestório ainda em maturação (KIARIE et al., 2013). Tais características fazem com que as enzimas exógenas sejam importantes ferramentas para maximização do processo digestivo dos animais e, por isso mesmo, seu uso permite a inclusão com maior intensidade de ingredientes alternativos (e menos digestíveis) nas dietas comerciais, potencialmente reduzindo os custos de formulação.

No entanto, o trato gastrointestinal é povoado por uma microbiota exuberante que influencia não só o bem-estar geral do animal, mas também o processo digestivo, a saúde gastrointestinal, o desempenho produtivo e a qualidade final dos produtos destinados à alimentação humana. Assim, estabelecer a relação entre o uso de enzimas exógenas e a modulação da microbiota gastrointestinal é fundamental para o melhor aproveitamento desta tecnologia na suinocultura e na produção animal de uma maneira geral.

Aparentemente, a presença de diferentes substratos no lúmen intestinal é fator decisivo para a modulação da microbiota residente no trato digestivo. Estudos em roedores indicam que 57% da variabilidade na microbiota gastrointestinal dos animais é consequência direta da dieta oferecida (ZHANG et al., 2010). Neste sentido, ao atuar sobre os componentes da digesta, reduzindo a concentração de substratos não digeridos no intestino e promovendo a formação de novos substratos com potencial prebiótico para determinados grupos microbianos, as enzimas exógenas podem influenciar de maneira significativa a composição da microbiota gastrointestinal (Figura 1). Além disso, a resposta natural do organismo animal frente a concentrações elevadas de compostos não digeridos na digesta é aumentar a massa (tamanho e volume) dos órgãos que compõem o trato digestório. Tal mecanismo gera um custo metabólico ao animal pelo maior requerimento de energia para manutenção e, invariavelmente, leva à redução de desempenho (FERRELL, 1988).

Em suínos, a presença em excesso de polissacarídeos não-amiláceos ou ácido fítico na digesta têm sido associada ao aumento de viscosidade luminal, aumento de compostos não digeridos no intestino grosso e aumento de síntese e secreção de compostos endógenos ligados ao processo digestivo, especialmente a mucina (KIARIE et al., 2013). O maior influxo de compostos proteicos não digeridos ao intestino grosso, por exemplo, pode levar a uma maior taxa de fermentação proteica microbiana no ceco e cólon, resultando na formação exacerbada de compostos tóxicos como aminas, fenóis, entre outros. Alta viscosidade na digesta também já foi associada a maior frequência de ocorrência de colibacilose pós-desmame em leitões e de disenteria suína causada pela bactéria *Brachyspira hyodysenteriae* (DURMIC et al., 1997; MONTAGNE et al., 2004).

A suplementação da dieta de animais jovens com fitases, carboirases e proteases já se mostrou eficaz em reduzir a fermentação proteica microbiana no intestino grosso, a secreção de mucina no intestino delgado, e a ocorrência de diarreia e colibacilose no plantel (INBORR e OGLE, 1988; KIARIE et al., 2008, 2010). Além disso, tais enzimas também se mostraram eficazes em alterar a prevalência de *Clostridium* e *Bifidobacterium* no intestino delgado e em aumentar a concentração de ácidos graxos voláteis no intestino grosso (DIEBOLD et al., 2004; METZLER-ZEBELI et al., 2010; OSSWALD et al., 2006).

Aparentemente, estudos sugerem que o efeito das enzimas exógenas sobre a composição da microbiota gastrointestinal são mais evidentes no intestino delgado. Enquanto as implicações dessas alterações sobre a saúde intestinal e o desempenho dos animais precisam ainda ser melhor esclarecidas, é razoável pensar que os efeitos da suplementação enzimática serão mais intensos quanto menos digestíveis forem os componentes da dieta e quanto mais enzimas forem utilizadas em conjunto (blend enzimático) na mesma dieta.

## 10.5. FITOTERÁPICOS

Propriedades antimicrobianas vêm sendo descritas em extratos de plantas e especiarias há séculos, decorrentes da ação de compostos ativos presentes especialmente em seus óleos essenciais. Óleos essenciais são compostos lipídicos voláteis geralmente responsáveis por conferir o odor e o sabor característico das plantas. Assim, a inclusão de óleos

essenciais na dieta de suínos pode melhorar o desempenho dos animais não só pelo efeito modulador que exercem sobre a atividade microbiana intestinal, mas também pela melhora da palatabilidade da dieta e estímulo ao consumo de ração (STEIN e KIL, 2006).

A composição em óleos essenciais dos extratos herbais varia, obviamente, em função das características genéticas de cada planta. No entanto, características como condições de cultivo e época de colheita também afetam de maneira importante a constituição do extrato obtido (DEANS e RITCHIE, 1987; PICCAGLIA et al., 1993). Desta forma, estabelecer um nível padrão de atividade antimicrobiana nos fitoterápicos com base apenas no conhecimento das plantas (ou extratos) que os compõem não parece ser um procedimento adequado.

De um modo geral, óleos constituídos por estruturas fenólicas tendem a apresentar maior atividade antimicrobiana (DORMAN e DEANS, 2000). Até o momento, estudos têm sugerido que parte da explicação para os efeitos antimicrobianos dos óleos essenciais deve-se à indução de alterações na permeabilidade e integridade da membrana citoplasmática dos microrganismos (DABBAH et al., 1970; LAMBERT et al., 2001). Para suínos, os óleos essenciais que têm recebido maior destaque são o timol, o carvacrol e outros extraídos principalmente de extratos de alho e orégano. O uso desses óleos em combinação na dieta tem sido apontado como indutor de maior resposta antimicrobiana do que seu uso isolado (PICCAGLIA et al., 1993; SHELEF et al., 1980). A atividade antimicrobiana de vários desses compostos já foi demonstrada em estudos in vitro contra importantes patógenos da suinocultura como *Escherichia coli* e *Salmonella* (MILLEZI et al., 2012; SONAM CHOUHAN et al., 2017).

## 10.6. PREBIÓTICOS

O termo prebiótico foi utilizado pela primeira vez por Gibson e Roberfroid (1995) para definir compostos presentes nos ingredientes da dieta e/ou adicionados a ela, não digestíveis pelo organismo, mas que estimulariam seletivamente o crescimento ou a atividade de uma ou de um número limitado de bactérias desejáveis no intestino do hospedeiro. Os prebióticos, assim, modificam a composição da microbiota intestinal de tal modo a permitir a colonização predominante por bactérias benéficas, especialmente *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

Como principais características, os prebióticos: 1) não devem ser hidrolisados e absorvidos durante sua passagem pelo trato digestório superior; 2) devem servir como substrato para bactérias intestinais benéficas; 3) devem ser capazes de alterar a microbiota intestinal de forma favorável ao hospedeiro e induzir efeitos benéficos sistêmicos ou no lúmen intestinal (KAMIMURA, 2006).

Estão dentro da classificação de prebióticos alguns açúcares como os chitoligossacarídeos, alcoois derivados de açúcares, carboidratos como oligossacarídeos e polissacarídeos, peptídeos, proteínas e alguns lipídeos. Entretanto, os produtos que receberam maior atenção e, portanto, estão disponíveis no mercado para este uso são os oligossacarídeos, principalmente os FOS (frutoligossacarídeos), GOS (glucoligossacarídeos) e MOS (mananoligossacarídeos) (GIBSON e ROBERFROID, 1995; YANG et al., 2012). Os MOS e os GOS são obtidos a partir da parede celular de levedura, que consiste principalmente em proteínas e carboidratos (glicose e manose). Os FOS são polímeros ricos em frutose, podendo ser naturais, derivados de plantas ou sintéticos, resultante da polimerização da frutose (MENTEN, 2001).

Pesquisas relatam três respostas distintas quanto ao uso dos prebióticos na alimentação animal. A primeira refere-se à modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. A segunda é a sua possível ação melhoradora sobre o sistema imune e sobre



certos aspectos funcionais do sistema digestório. A terceira é consequência direta destas duas primeiras, e demonstra a influência do uso destes compostos sobre a saúde e o desempenho animal (SILVA e NÖRNBERG, 2003).

Tanto os prebióticos como os probióticos induzem um maior equilíbrio à microbiota intestinal. Os benefícios dessa situação vão desde a supressão de agentes patogênicos até a obtenção de melhores condições de absorção e assimilação de nutrientes (ANDREATTI FILHO e SAMPAIO, 2000).

### 10.6.1. Mecanismos de ação dos prebióticos

- Adsorção de bactérias patogênicas: a alteração da microbiota intestinal pelo uso de prebióticos pode ocorrer por meio do fornecimento de nutrientes para as bactérias desejáveis ou do reconhecimento pelas bactérias patogênicas, de sítios de ligação nos oligossacarídeos como sendo da mucosa intestinal, reduzindo a colonização indesejável no intestino, resultando em menor incidência de infecções e melhor integridade da mucosa intestinal (TUCCI et al., 2011). Essa forma de atuação bloqueia os sítios de aderência, principalmente a D-manose (fímbrias tipo I específicas), das bactérias patogênicas na mucosa intestinal. Patógenos Gram negativos, como *Salmonella* e *Escherichia coli*, possuem fímbrias tipo I que são reconhecidas pelos prebióticos e dessa forma são conduzidos pelo peristaltismo, pois para que haja colonização, esses patógenos devem aderir às fímbrias ou glicocálix do epitélio intestinal (AVCARE, 2003). Dessa forma os patógenos são eliminados nas fezes, evitando a sua aderência aos enterócitos (FLEMMING, 2005). De acordo com Mayhew (2003), os efeitos dos prebióticos são mais evidentes quando o ambiente oferece maiores desafios sanitário, como por exemplo, ambientes onde se encontram maiores concentrações de *Salmonella* e *Escherichia coli*. Caramori Júnior (2001) e Caramori Júnior et al. (2005) verificaram melhores resultados em ganho de peso para frangos de corte suplementados com MOS e *Enterococcus* sp. quando os animais foram desafiados com *Salmonella* sp.

- Fermentação seletiva: as substâncias prebióticas promovem o crescimento das populações de bactérias benéficas (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*) que têm grande capacidade de produzir substâncias com propriedades imunoestimulatórias e interagir com o sistema imune em vários níveis, incluindo a produção de citocinas, a proliferação de células mononucleares, a fagocitose macrófaga, a eliminação e a indução de síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial as IgA, IgM e IgG, além de induzir a produção de ácidos orgânicos, como propiônico, acético, o butírico e o láctico (SILVA e NÖRNBERG, 2003; FURLAN et al., 2004; BUDIÑO et al., 2006). A ação desses ácidos no trato gastrointestinal provoca inibição no desenvolvimento das populações de bactérias nocivas, como *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, e *Salmonella* ssp. (PETRI, 2000).

- Resposta sobre o sistema imune: além de atuar a favor da microbiota benéfica, os prebióticos produzem algumas mudanças no sistema imune e nas características fisiológicas e anatômicas do sistema digestório de alguns animais. Eles atuam indiretamente no sistema imune por promoverem o crescimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* produtores de lipopolissacarídeos, peptídeoglicanas e ácidos lipoteicóicos, que por sua vez estimulam o sistema imune para a produção de citocinas, proliferação de células mononucleares, fagocitose macrófaga, eliminação e a indução da síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas (SILVA & NORNBERG, 2003). Muitas das atividades biológicas dos prebióticos devem-se à sua função nos receptores da superfície celular. O MOS e o  $\beta$ -glucano é capaz de induzir a ativação de macrófagos por ocupar os sítios de manose nas glicoproteínas



da superfície celular. Isto é especialmente importante, já que os macrófagos funcionam fagocitando bactérias e detritos celulares associados com a inflamação tecidual. Uma vez que três ou mais sítios de ligação estejam ocupados, inicia-se uma reação em cascata, que resulta na ativação dos macrófagos e liberação de citocinas, o que caracteriza ativação da resposta imune que modula vários aspectos no sistema imune (SAVAGE et al., 1996). Estes macrófagos ativados são muito mais eficientes na apresentação de antígenos às células produtoras de anticorpos, resultando em maior capacidade de fagocitar bactérias e eliminar organismos invasores (SPRING et al., 2000).

## 10.6.2. Mananoligossacarídeos

Os mananoligossacarídeos são carboidratos não digeríveis, derivados da parede celular de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. A parede celular da levedura é formada por ligações químicas do tipo  $\beta$ -(1,3)- e  $\beta$ -(1,6)-glucanos e mananos, em proporções similares, e pode conter proteínas, enquanto a quitina está presente em pequena quantidade (aproximadamente 1%). O esqueleto interno consiste de  $\beta$ -(1,3) glucanos que formam uma rede tridimensional ao redor da célula inteira. As cadeias de quitina são encontradas próximas à membrana plasmática. Os MOS representam 25-50% da parede celular das leveduras (MORAN, 2004).

A resistência à digestão no trato gastrointestinal superior e à fermentação no intestino grosso é um dos principais critérios para escolha dos oligossacarídeos como prebióticos (ROBERFROID & SLAVIN, 2000). Os benefícios dos MOS baseiam-se nas propriedades específicas, que incluem a modificação da flora intestinal, a redução da taxa de renovação da mucosa intestinal e a estimulação do sistema imune. As glicomananas, em condições de pH do aparelho digestivo, são capazes de se ligarem seletivamente inativando as micotoxinas no lúmen intestinal. Estas propriedades têm grande potencial para manter a integridade do epitélio intestinal, podendo melhorar o desempenho e diminuir a mortalidade nos animais (SILVA e NORNBERG, 2003).

Embora o MOS seja usado como um prebiótico, ele não é seletivamente benéfico para populações bacterianas específicas. De acordo com Ribeiro et al. (2010), o MOS age ligando e removendo patógenos do TGI, inibindo sua fixação na parede da mucosa intestinal e estimulando o sistema imune. Os MOS atuam como ligantes de alta afinidade, pois proporcionam um sítio de adsorção competitiva para determinada classe de bactérias, os patógenos gram-negativos com fímbrias tipo-1 específicas para manose, como a *Salmonella* e *Escherichia coli*, que aderem-se aos MOS e não às células epiteliais e, assim, são eliminados junto às fezes (SANTOS JÚNIOR et al., 2005).

Ao estudarem probiótico (à base de *Bacillus subtilis*) 150g ton/ração, prebiótico (Mananoligossacarídeo) 1000g ton/ração, simbiótico 1150 g ton/ração e um controle positivo antibiótico 60g ton/ração (Olaquinox) sobre o desempenho de leitões desmamados, Sanches et al. (2006) não encontraram efeito significativo para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Estudando o uso de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) e prebiótico (MOS) sobre a altura de vilosidades do duodeno de suínos aos 120 dias de idade, Chiquieri et al. (2006) não verificaram efeito da adição destes microingredientes.

Avaliando os efeitos de antimicrobianos bacitracina de zinco (50g tonelada/ração) + olaquinox (50g tonelada/ração), prebiótico mananoligossacarídeo (300g tonelada/ração), probióticos (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) 1300g tonelada/ração e extrato vegetal (alho, cravo, canela, pimenta, tomilho, cinamaldeído e eugenol), 50 g tonelada/ração,

Utiyama et al. (2006) não encontraram efeito positivo sobre a ocorrência de diarreia na fase de creche. Também Budiño et al. (2010), ao estudarem diferentes níveis de Frutoligossacarídeo (0,0; 0,2; 0,4 e 0,6), não verificaram efeitos destes produtos sobre a ocorrência de diarreia.

Comparando a inclusão de probiótico (*Bacillus subtilis*), prebiótico (MOS) e a associação de ambos, Barros et al. (2008) observaram que leitões nascidos de matrizes que receberam dieta com prebiótico (MOS) apresentaram maior ganho de peso nos primeiros 14 dias de vida em relação aos demais tratamentos, tendo uma diferença de 1,8 kg a mais em comparação aos leitões do tratamento controle. Pesquisando a adição de 100g do antibiótico à base de avilamicina, 1500g tonelada/ração do probiótico à base de *Bacillus toyoi*, 500 g tonelada/ração do prebiótico à base de oligossacarídeo e 250g tonelada/ração de glucanato em dietas de suínos no período de 28 aos 142 dias de idade, Junqueira et al. (2009) não observaram diferença para altura de vilosidade e profundidade de cripta do duodeno e jejuno. Avaliando diferentes níveis de  $\beta$ -glucano (60, 120, 180, 240g/ton) na dieta de leitões dos 21 aos 60 dias de idade, Mendes et al. (2010) encontraram efeito linear positivo com melhora de 3,2% e 4,7% para o ganho de peso e peso diário dos leitões.

Ao investigarem os efeitos de dietas com mananoligossacarídeo, ácidos orgânicos, probióticos e antibióticos sobre o desempenho de leitões de 21 a 35 dias de idade, Corassa et al. (2012) observaram pior conversão alimentar (2,85) para os leitões que não receberam microingredientes na dieta em comparação aos animais que receberam MOS e antibiótico, apresentando conversão alimentar (2,23 e 2,03), respectivamente, e que os animais que receberam dietas com a adição de mananoligossacarídeo, acidificante e probiótico demonstraram desempenho semelhante àqueles obtidos com antimicrobianos na dieta. Assis et al. (2014), estudando o efeito da suplementação de mananoligossacarídeo isolado e associados com  $\beta$ -glucano e antibiótico em dietas de leitões durante a fase de creche (21 aos 54 dias de idade), observaram que os animais alimentados com dieta contendo suplementação de mananoligossacarídeo demonstraram melhora de 6,98% no ganho de peso diferindo daqueles mantidos com dietas associadas a  $\beta$ -glucanos, antibiótico e dieta controle, os quais não diferiram entre si.

### 10.6.3. $\beta$ -glucanos

Os  $\beta$ -glucanos consistem em moléculas de glicose com ligações glucosídicas do tipo  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,6, sendo uma das estruturas mais importantes de polissacarídeos provenientes da parede celular de bactérias, fungos e plantas (ROBERTSEN et al., 1990). Segundo Di Luzio (1985) inicialmente o  $\beta$ -glucano demonstrou estimular mecanismos "antitumor" e aumentar a resistência dos hospedeiros contra microorganismos patogênicos. Chen & Ainsworth (1992) e Bagni et al. (2005) descrevem que os glucanos vêm provando sua efetiva capacidade imunoestimulante na imunidade e resistência a doenças nos animais. Seu mecanismo de ação inclui a ativação de macrófagos, neutrófilos, aumentando a capacidade de fagocitar patógenos (ROBERTSEN et al., 1990; ROBERTSEN, 1999), mantendo a integridade estrutural das células e tecidos.

O  $\beta$ -glucano é um polissacarídeo obtido por meio da parede celular de leveduras, fungos e alguns cereais, que se diferenciam entre as unidades de ligação de glicose da cadeia principal e pelas ramificações que se ligam a essa cadeia (RUIZ-HERRERA, 1992). Normalmente, a fonte mais utilizada para a obtenção do  $\beta$ -glucano é a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Estas leveduras são unicelulares e suas células apresentam-se alongadas e ovaladas. São abundantemente encontradas em frutas cítricas, cereais e vegetais (FLEMMING, 2005).

Segundo Ruiz-Herrera (1992), 75% do peso seco da parede celular das leveduras é representado por polissacarídeos. A estrutura da parede celular é constituída por um complexo de 1,3-D-glucano, 1,6-D-glucano e quitina, enquanto os componentes amorfos da matriz, como a camada fibrilar, localizada na parede da superfície da célula consiste de mananoproteína. Enquanto os D-glucanos e quitina são responsáveis pela rigidez da parede celular e definem sua morfologia e forma, mananoproteínas e sua porção de carboidratos D-manano, são responsáveis pelo reconhecimento e interações célula-célula, interações com o ambiente e determinam a especificidade imunológica da levedura.

O  $\beta$ -glucano derivado da parede celular de leveduras proporciona benefícios, como aumento superior da imunidade em relação à  $\beta$ -glucanos derivados de cevada, bactérias e fungos. Este fato se atribui às diferenças na estrutura molecular e suas formas, que resultam em baixo rendimento de  $\beta$ -glucano, na forma com propriedades imunomodulatórias (KUMAR et al., 2005).

Os  $\beta$ -glucanos, apesar de serem considerados fatores antinutricionais, também promovem o crescimento de bactérias ácido lácticos no intestino grosso, constituindo importante função para o controle de bactérias nocivas. Além disso, os  $\beta$ -glucanos têm recebido especial atenção por sua bioatividade, principalmente no que se refere à imunomodulação (O'CONNELL et al., 2005). Estes são designados como modificadores da resposta biológica, pois ao serem reconhecidos pelo organismo desencadeiam uma série de eventos na resposta imune. A modulação dos  $\beta$ -glucanos inclui a ativação de macrófagos e linfócitos polimorfonucleares, além da indução da expressão de diversas citocinas (MAGNANI e CASTRO-GÓMEZ, 2008).

Ao estudarem diferentes níveis de  $\beta$ -glucano (4,1; 3,3; 2,1; ou 1,6%) em dietas de suínos na fase de terminação, Fortin et al. (2003) não encontraram diferenças para o desempenho e avaliações de rendimento de carcaça. Investigando três níveis de  $\beta$ -glucano (0, 500 e 1000mg/kg de ração) extraídos de uma erva chinesa (*Astragalus membranaceus*), Mao et al. (2005) observaram que a adição desse microingrediente não afetou o desempenho dos leitões. Trabalhando com 0, 25, 50, 100, 200 mg/ kg de ração de  $\beta$ -glucano em dietas de leitões desmamados, Li et al. (2006) observaram aumento de 12,7% no ganho de peso dos leitões quando utilizaram o nível de 50 mg de  $\beta$ -glucano na dieta.

Ao utilizarem diferentes níveis de  $\beta$ -glucano (0,01; 0,02; 0,03 e 0,04%) e antibiótico (Apramicina) na dieta de leitões, Hahn et al. (2006) não encontraram efeito significativo para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Estudando os efeitos dos  $\beta$ -glucanos, intactos e purificados, derivados de cereais sobre a microbiota intestinal, a digestibilidade dos nutrientes e o metabolismo mineral de leitões em fase de creche, Reilly et al. (2010) observaram que a adição de  $\beta$ -glucanos intactos levaram a um efeito desejável sobre a microbiota benéfica, pois aumentou as populações de Bifidobactérias e Lactobacilos. Além disso, também aumentaram a retenção de cálcio e fósforo. Entretanto, avaliando diferentes níveis de  $\beta$ -glucano (60, 120, 180, 240g/ton) na dieta de leitões dos 21 aos 60 dias de idade, Mendes et al. (2010) encontraram efeito linear positivo, com melhora de 3,2% para o peso diário dos leitões com o nível de 240g/ton.

Luna et al. (2015), suplementando leitões desmamados com  $\beta$ -glucano (prebiótico), observaram maior altura de vilosidade e profundidade de cripta nas porções de duodeno e íleo e também maior perímetro de vilosidade de jejuno nos animais suplementados com esse microingrediente.

## 10.7. PROBIÓTICOS

Os probióticos são aditivos equilibradores da microbiota do trato digestório, formados por cepas de microorganismos vivos (viáveis) que agem como auxiliares na recomposição da microbiota do trato digestório dos animais, contribuindo para o seu equilíbrio microbiano intestinal quando administrados em quantidade adequada e em situação de desafio sanitário. Devem ter como características o efeito benéfico ao animal hospedeiro; não ser patogênico e/ou tóxico; ser capaz de sobreviver ao metabolismo digestivo intestinal; manter-se viável durante a estocagem e uso nas dietas; conter células viáveis; ser isolado ou detectado em seu hospedeiro, e ter boa palatabilidade e/ou não interferir nas propriedades sensoriais da dieta (COLLINS; GIBSON, 1999).

Isoladamente ou em associação, os mecanismos de ação dos probióticos são o antagonismo direto e a competição direta. O antagonismo direto a agentes patogênicos no trato intestinal ocorre por meio da produção de compostos antimicrobianos como citocinas e ácido butírico e a redução do pH intestinal pela produção de ácido láctico. A competição direta acontece nos receptores da superfície celular dos enterócitos, que seriam ocupados pelos patógenos. Essas ações geram um maior desenvolvimento da função imune e estímulo às células humorais, maior ação e produção de enzimas digestivas no lúmen intestinal, exercendo efeitos sinérgicos sobre a digestão e contribuindo na melhor absorção de nutrientes (AZIZPOUR et al., 2009).

Os probióticos atuam na exclusão ou redução de microorganismos potencialmente patogênicos e na estimulação dos mecanismos naturais de defesa do organismo (BANDEIRA et al., 2007). A exclusão competitiva frente aos agentes potencialmente patogênicos impede a colonização da mucosa intestinal por meio da competição pelos sítios de adesão da membrana celular dos enterócitos e subsequente produção de toxinas ou invasão das células epiteliais, dependendo do mecanismo de patogenicidade das bactérias indesejáveis.

A competição por nutrientes no meio intestinal é outra forma de redução dos agentes patogênicos, em que o hospedeiro fornece as quantidades de nutrientes que as bactérias intestinais necessitam por meio de uma relação simbiótica e balanceada impedindo uma produção excessiva de nutrientes, a qual favoreceria o estabelecimento de competidores microbianos com potencial patogênico ao hospedeiro. As culturas probióticas podem inibir a proliferação de microorganismos potencialmente patogênicos através da produção de compostos antimicrobianos, em destaque para as bacteriocinas, nisina, acidofilina, peróxido de hidrogênio entre outros (SAAD, 2006). Estudo realizado por Scharek et al. (2005) apontou considerável redução na população de *Escherichia coli*  $\beta$ -hemolítica no conteúdo intestinal de leitões com uso de probiótico *Enterococcus faecium*, além de redução na frequência de células T citotóxicas.

A administração de probiótico *Enterococcus faecium* em leitões na primeira semana de vida pode ser responsável pela redução da ocorrência de diarreia em lactentes e pelo aumento no ganho de peso do nascimento até o desmame, porém pode não apresentar este desempenho quando for administrado em leitões com diarreia já presente (ZEYNER et al., 2006). Avaliando probiótico líquido para leitões lactentes em diferentes idades, Corrêa et al. (2010) observaram o aumento de consumo médio de ração em leitões lactentes que receberam probiótico oral antes do colostro e aos três dias de idade.

Leitões que, ao nascimento, receberam antes da ingestão do colostro o probiótico contendo *Lactobacillus reuteri* (1,5x10<sup>9</sup>UFC/g) e *Bifidobacterium pseudolongum* (1,5x10<sup>9</sup>UFC/g), apresentaram aumento significativo no ganho de peso médio diário, com reflexos no peso médio aos 14 dias (AFONSO et al. 2013). Mohana Devi et al. (2014) concluíram que a suplementação de probiótico *Enterococcus faecium* associado com ácidos graxos de cadeia

média pode melhorar o crescimento em leitões jovens, aumentando a digestibilidade de nutrientes e melhorando o perfil bioquímico, sugerindo um efeito sinérgico com o aumento da capacidade dos compostos ativos em permanecer por mais tempo ao longo do trato gastrointestinal.

Embora o uso de probióticos na suinocultura já ocorra há décadas, os resultados científicos são muito variáveis devido à baixa viabilidade de certas culturas utilizadas, doses empregadas, diferenças entre cepas, interação dos microorganismos com nutrientes e outros microingredientes presentes na dieta (UTIYAMA, 2004). Além disso, a grande variação do "status" sanitário dos plantéis avaliados também interfere nos resultados pois, assim como outras moléculas melhoradoras de desempenho, os probióticos demonstram efeito mais significativo sob condições de desafio.

## 10.8. SIMBIÓTICOS

O desenvolvimento de organismos probióticos introduzidos por meio da dieta depende da presença de nutrientes e condições ambientes favoráveis. A definição de simbiótico alia o fornecimento de microrganismos probióticos juntamente com substâncias prebióticas específicas (MENTEN, 2001), que estimulam seu desenvolvimento e atividade, potencializando o efeito de ambos os produtos e beneficiando o desenvolvimento animal (BUDIÑO et al., 2006).

A interação entre probiótico e prebiótico (simbiótico) pode favorecer a adaptação do probiótico ao hospedeiro. Esses microingredientes possuem ação trófica no trato gastrointestinal, favorecendo o processo mitótico na região cripta-vilo, aumentando o número de células e o tamanho dos vilos, uma vez que, ao inibir a proliferação excessiva de bactérias patogênicas no trato intestinal, reduzem a produção de metabólitos tóxicos que afetam o epitélio intestinal, prejudicando a absorção de nutrientes (JUNQUEIRA et al. 2009).

O principal propósito do uso do simbiótico na nutrição animal é promover a estabilização da microbiota intestinal por meio da colonização por bactérias benéficas, em detrimento das patogênicas, reduzindo assim a incidência de doenças e promovendo um melhor aproveitamento dos nutrientes oriundos da alimentação (MONTEIRO, 2008). Junqueira et al. (2009) verificaram o efeito da adição de antibiótico, probiótico, prebiótico e gluconato de sódio no desempenho de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. Os tratamentos foram: ração basal (controle negativo); ração basal + antibiótico; ração basal + probiótico; ração basal + prebiótico; ração basal + probiótico + prebiótico (simbiótico); ração basal + gluconato de sódio; ração basal + gluconato de sódio + probiótico. O desempenho dos animais com a adição de simbiótico foi mais eficiente, pois promoveu os melhores resultados de ganho de peso (99,87kg) e conversão alimentar (2,12). Do mesmo modo, a adição de gluconato de sódio + probiótico, prebiótico e probiótico nas rações foi mais eficiente que a adição de antibiótico. A associação do probiótico e prebiótico (simbiótico) estudados melhorou o desempenho dos suínos nas fases de creche, crescimento e terminação.

## 10.9. MINERAIS

Os minerais são elementos inorgânicos necessários aos suínos para manutenção, crescimento e reprodução. Os minerais necessários em quantidades superiores a 100 mg / kg de alimento são chamados macrominerais, enquanto que os minerais requeridos em quantidades menores são chamados de microminerais ou oligoelementos. Exemplos de microminerais são Cu e Zn, que são necessários para funções corporais normais de suínos. No entanto, ao contrário da maioria dos outros minerais, Cu e Zn têm propriedades antimicrobianas e, portanto, são frequentemente adicionados a dietas em quantidades maiores do que o necessário para atender as necessidades nutricionais (LIU et al., 2018). Portanto, podemos incluir nesta revisão Cu e Zn como fontes antimicrobianas alternativas.

### 10.9.1. Zinco

O zinco atua como componente e ativador de várias metaloenzimas e tem uma função importante na produção e secreção de hormônios. Também desempenha um papel na cicatrização da pele e feridas e na integridade do sistema imunológico (MCDOWELL, 1992). Suínos criados intensivamente geralmente requerem 80 a 100 mg / kg de Zn (VAN HEUGTEN et al., 2003, NRC, 2012) e a deficiência de Zn em dietas para leitões desmamados causa retardo de crescimento, perda de apetite, anomalias esqueléticas e hiperqueratinização da pele chamado paraqueratose (KU et al., 1970, PRASAD et al., 1971). A utilização de níveis farmacológicos de Zn (2.000 a 4.000 mg / kg) inorgânico na forma de ZnO (óxido de zinco) é uma recomendação comum para reduzir a diarreia pós-desmame e melhorar o desempenho do crescimento (LIU et al., 2018). Também tem sido relatado que altos níveis de Zn estimulam e podem melhorar o consumo de ração em 14% a 17% (HAHN; BAKER, 1993, CASE; CARLSON, 2002).

Além do ZnO, há também outras formas de Zn, que podem ser incluídas em dietas em concentrações mais baixas. Essas formas incluem as fontes queladas de Zn, como Zn-metionina, que tem maior biodisponibilidade de Zn que ZnO. O mecanismo biológico do Zn em melhorar os pontos de desempenho do crescimento pode estar relacionado à sua função na integridade intestinal e morfologia em leitões desmamados (PEARCE et al., 2015). A alta ingestão de Zn melhora a morfologia intestinal dos leitões recém-desmamados, aumentando a altura das vilosidades e a altura das vilosidades em relação à profundidade da cripta (XIA et al., 2017, ZHU et al., 2017) e diminui a profundidade da cripta no intestino delgado de leitões desmamados (LI et al., 2001, ZHU et al., 2017). O Zn dietético também auxilia a regeneração do tecido epitelial intestinal lesionado (ALAM et al., 1994), melhora a estabilidade da microbiota e diversidade dos microrganismos coliformes (LIU et al., 2018).

O zinco também é um sinal molecular para as células do sistema imunológico e é necessário para a diferenciação e geração de células T auxiliares (PRASAD, 2014; LIU et al., 2018). A deficiência de Zn induz a atrofia do timo, linfopenia e respostas comprometidas mediadas por células e anticorpos, resultando em aumento das taxas e maior duração da infecção (HIRANO et al., 2008). No entanto, a adição de níveis farmacológicos de ZnO em dietas para leitões desmamados reduzirá a digestibilidade de Ca e P e reduzirá a eficácia da fitase microbiana nas dietas (WALK et al., 2013, WALK et al., 2015, BLAVI et al., 2017). A razão para a digestibilidade reduzida de P é a relação antagônica entre Zn e P, enquanto a digestibilidade reduzida de Ca é um resultado da competição pelos transportadores absorptivos na borda da escova (BERTOLO et al., 2001, WALK et al., 2015). Liu et al. (2018) citam em sua revisão que a inclusão de níveis farmacológicos de ZnO será banida pela União



Europeia a partir de 2022 devido a preocupações com o acúmulo de Zn no solo adubado com esterco de porco. No entanto, no resto do mundo, o ZnO ainda pode ser usado.

Resultados de várias experiências indicaram efeitos benéficos da suplementação dos níveis farmacológicos de cobre e zinco individualmente, mas em alguns experimentos, os efeitos da adição de níveis farmacológicos de cobre e zinco em conjunto também foram investigados. O ZnO pode modificar o perfil microbiano do cólon, enquanto o cobre, além de alterar o perfil da microbiota, também reduz a diversidade microbiana no íleo e cólon, o que pode ser a razão dos efeitos aditivos dos dois minerais (NAMKUNG et al., 2006 ).

## 10.10. NUCLEOTÍDEOS

Os nucleotídeos são componentes intracelulares de baixo peso molecular, integrados a numerosos processos metabólicos e essenciais para todas as células (MATEO et al., 2004; GARCIA, 2007; ANDRADE et al., 2011). São compostos por uma base nitrogenada (purina ou pirimidina), uma pentose e um ou mais grupos fosfatos (LEHNINGER et al., 1995; ROSSI et., 2007, LIU, et al., 2018). Quando o grupo fosfato é ausente, o composto é conhecido como nucleosídeo e são formados pela combinação da pentose e uma base nitrogenada por meio de ligações glicosídicas (RIEGEL, 2002; ROSSI et al., 2007; LIU et al., 2018). Os nucleotídeos são encontrados, a maior parte deles, unidos e formando assim os ácidos nucleicos. Estes ácidos nucléicos são responsáveis pelo armazenamento, expressão e transmissão da informação genética. Os ácidos nucléicos conjugados a proteínas são chamados de nucleoproteínas. Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do organismo (LEHNINGER et al., 1995). Atuam como precursores dos ácidos nucléicos (DNA e RNA), fonte de energia (ATP e GTP), coenzimas (FAD, NAD e CoA) e reguladores fisiológicos (AMPc, GMPc) (ROSSI et al., 2007).

Do ponto de vista nutricional, os nucleotídeos são considerados não-essenciais, pois são sintetizados via "de novo" pelo organismo utilizando aminoácidos como precursores ou por via de "salvamento" a partir da degradação de aminoácidos e nucleotídeos da dieta. No entanto, quando o organismo necessita de quantidade maior de nucleotídeos do que são sintetizados ou obtidos via salvamento, os nucleotídeos são considerados semi ou mesmo essenciais. Isto acontece principalmente no caso de rápido crescimento, estado de doença e consumo limitado de nutrientes ou distúrbios endógenos (LERNER; SHAMIR, 2000).

Os enterócitos são células de rápido crescimento e apresentam capacidade limitada para síntese de purinas e pirimidinas pela síntese de novo, portanto é necessária a suplementação exógena para manter o pool de nucleotídeos (UAUY, 1994). Os nucleotídeos dietéticos são considerados como microingredientes que exercem importantes efeitos sobre a saúde intestinal dos animais, principalmente dos mais jovens. Eles estão sendo amplamente utilizados na cadeia suinícola, principalmente na dieta dos leitões recém-desmamados (ANDRADE, 2013).

Domeneghini et al. (2004), utilizando 0,05% de nucleotídeos na ração de leitões desmamados, verificaram maiores alturas de vilos e profundidade de criptas e aumento de macrófagos na mucosa ileal. Andrade et al. (2011) verificaram que a adição de 600 ppm de nucleotídeos em dietas complexas melhorou a morfometria de órgãos e a histologia do epitélio intestinal de leitões recém-desmamados. Outros estudos comprovam efeito positivo da inclusão de nucleotídeos sobre o desempenho de leitões (YU et al., 1998). Estes resultados podem ser explicados devido ao efeito positivo dos nucleotídeos dietéticos sobre o desenvolvimento de bifidobactérias, as quais diminuem o pH intestinal devido a sua capacidade de hidrolisar açúcar para ácido lático, suprimindo assim a proliferação de bactérias patogênicas (ROSSI et al., 2007).



Aparentemente, os nucleotídeos da dieta também aumentam a absorção intestinal de ferro, afetam a lipoproteína e o metabolismo dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, têm efeitos tróficos na mucosa intestinal e no fígado e reduzem a incidência de diarreia (COSGROVE, 1994; SCHLIMME et al., 2000, LIU et al., 2018). Outro benefício importante da suplementação de nucleotídeos na dieta tem sido a melhora da imunidade humoral e celular, mas o mecanismo exato não foi elucidado. Os nucleotídeos da dieta contribuem para o conjunto circulante de nucleosídeos disponíveis para estimular a produção de leucócitos (KULKARNI et al., 1994, LIU et al., 2018). Portanto, há uma necessidade elevada de nucleotídeos durante períodos de desafios imunológicos. A suplementação de dietas com nucleotídeos pode aumentar o número de linfócitos e macrófagos no epitélio do íleo de leitões (DOMENEGHINI et al., 2004, ŠPERANDA et al., 2008, LIU et al., 2018), diminuir o dano do DNA dos linfócitos sanguíneos (SALOBIR et al., 2005, LIU et al., 2018), diminuir a concentração de TNF- $\alpha$  e IL-6 no soro sanguíneo (HUNG, 2015) e aumentar as concentrações plasmáticas e séricas de IgA (LEE et al., 2007, SAUER et al., 2012a, SAUER et al., 2012b) em suínos.

## 10.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cadeia produtiva tem sido bem sucedida em prevenir, controlar ou erradicar uma série de doenças infecciosas importantes na suinocultura ao longo das últimas décadas. No entanto, assim como não é sensato imaginar que um dia as infecções bacterianas serão totalmente extintas dos plantéis suínos, também não parece razoável pensar que com as tecnologias atualmente existentes seria possível extinguir por completo o uso de antibióticos da produção de suínos.

O uso racional dessas moléculas, entretanto, é algo plenamente alcançável hoje em dia e isso passa não só pelo aprimoramento das práticas de manejo e produção, mas também pelo melhor entendimento das interações microbiota x hospedeiro no organismo animal. Restrições ao uso de antibióticos como melhoradores de desempenho na dieta dos animais têm crescido de forma vertiginosa em todo o globo. Muitas vezes, tais decisões não se justificam do ponto de vista científico e parecem mais uma reação política à pressão de grupos específicos da sociedade do que uma decisão técnica e fundamentada em evidências concretas.

Moléculas alternativas aos antibióticos vêm sendo testadas há tempos na suinocultura e em outros plantéis animais. Longe de descobrir a solução ideal para substituir os antibióticos, o uso combinado das tecnologias disponíveis aparentemente continuará sendo o melhor caminho para manter índices produtivos satisfatórios frente ao desafio de se produzir suínos em escala industrial sem o auxílio dos antibióticos melhoradores de desempenho.

## 10.12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, ER; PARAZZI, LJ; MARINO, CT; MARTINS, SMMK; SILVA, CC; GAMEIRO, AH; MORETTI, AS. Associação de probióticos adicionados à dieta de leitões no aleitamento e na creche: índices zootécnicos e economicidade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14: 161-176, 2013.
- ANDRADE, C. Nucleotídeos na alimentação de leitões desmamados. Dissertação (mestrado em Ciência Animal e Pastagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013.
- ANDRADE, C; ALMEIDA, VV; COSTA, LB; BERENCHTEIN, B; MOURÃO, GB; MIYADA, VS. Levedura hidrolisada como fonte de nucleotídeos para leitões recém desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 788-796, 2011.

- ANDREATTI FILHO, RL; SAMPAIO, HM. Probióticos e prebióticos. *Avicultura Industrial*, 1078: 16-32, 2000.
- AHMED, ST; HWANG, JA; HOON, J; MUN, HS; YANG, CJ. Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance, fecal microflora, and humoral immunity in weaned piglets. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 27: 93-100, 2014.
- ALAM, AN; SARKER, SA; WAHED, MA; KHATUN, M; RAHAMAN, MM. Enteric protein loss and intestinal permeability changes in children during acute shigellosis and after recovery: effect of zinc supplementation. *Gut*, 35: 1707-1711, 1994.
- ARGUDIN, M; DEPLANO, A; MEGHRAOUI, A; DODEMONT, M; HEINRICHS, A; DENIS, O; NONHOFF, C; ROISIN, S. Bacteria from animals as a pool of antimicrobial resistance genes. *Antibiotics*, 6: pii: E12, 2017.
- AVCARE, L. The role of enteric antibiotics in livestock production. *Advanced Veterinary Therapeutics*. PAGE, SW; ed. Canberra, Australia, 2003.
- AZIZPOUR, K; BAHRAMBEYGI, S; MAHMOODPOUR, S; AZIZPOUR, A. History and basic of probiotics. *Research Journal of Biological Sciences*, 4: 409-426, 2009.
- BAGNI, M; ROMANO, N; FINOIA, MG; ABELLI, L; SCAPIGLIATI, G; TISCAR, PG; SARTI, M; MARINO, G. Short and long term effects of a dietary yeast  $\beta$ -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish and Shellfish Immunology*, 18: 311-325, 2005.
- BANDEIRA, CM; FONTES, DO; SOUZA, LPO. Saúde intestinal dos leitões: um conceito novo e abrangente. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, 54: 1-97, 2007.
- BARROS, DS; CARAMORI JÚNIOR, JG; SOUZA, VC. Efeito da adição de probiótico e prebiótico sobre o ganho de peso, consumo de ração e ocorrência de diarreia em leitões na fase de aleitamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9: 469-479, 2008.
- BAYNES, P; VARLEY, M. Gut health: practical considerations. In: VARLEY, MA; WISEMAN, J. *The Weaner pig. Nutrition and Management*. Nottingham: CABE Publishing, 249-257, 2001.
- BERTOL, TM. Nutrição e alimentação dos leitões desmamados em programas convencionais e no desmame precoce. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 44 p.
- BERTOLO, R; BETTEGER, W; ATKINSON, S. Calcium competes with zinc for a channel mechanism on the brush border membrane of piglet intestine. *Journal of Nutrition and Biochemistry*, 12: 66-72, 2001.
- BLANK, R; MOSENTHIN, R; SAUER, WC; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 77: 2974-2984, 1999.
- BLAVI, L; SOLA-ORIO, D; PEREZ, JF; STEIN, HH. Effects of zinc oxide and microbial phytase on digestibility of calcium and phosphorus in maize-based diets fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 95: 847-854, 2017.
- BOSI, P; SARLI, G; CASINI, L; DE FILLIPPI, S; TREVISI, P; MAZZONI, ET; MAZZONI, M. The influence of fat protection of calcium formate on growth and intestinal defence in *Escherichia coli* K88-challenged weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 139: 170-185, 2007.
- BUDINO, EL; CASTRO JÚNIOR, FG; OTSUK, IP. Adição de frutoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados: desempenho, incidência de diarreia e metabolismo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 2187-2193, 2010.
- BUDINO, FEL; THOMAZ, MC; KRONKA, RN. Efeito da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre o desempenho, incidência de diarreia e contagem de coliformes totais. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 43: 59-67, 2006.
- CARAMORI JUNIOR, JG. Efeito de probióticos e prebióticos na ração de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça, características químicas e presença de *Salmonella* spp na carne. 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio e Mesquita Filho (UNESP – Botucatu), São Paulo, 2001.
- CARAMORI JUNIOR, JG; ROÇA, RO; PINTO, JPAN. Avaliação da presença de *Salmonella* spp. na carcaça de frangos de corte alimentados com rações com probióticos e prebióticos. *Higiene Alimentar*, 19: 72-78, 2005.

CARVER, JD. Dietary nucleotides: cellular immune, intestinal and hepatic system effects. *Journal of Nutrition*, 124: 144s-148s, 1994.

CASE, CL; CARLSON, MS. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 80: 1917-1924, 2002.

CASTILLO-SOTO, WL; KRONKA, RN; PIZAULO JUNIOR, JM. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica em dietas para leitões desmamados sobre a morfologia intestinal e atividade das enzimas digestivas intestinais. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, 12: 21-27, 2004.

CERA, KR; MAHAN, DC; CROSS, RF. Effects of age, weaning and postweaning diets of small intestine growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of Animal Science*, 66: 574-584, 1988.

CHEN, D; AINSWORTH, AJ. Glucan administration potentiates immune defence mechanisms of channel catfish. *Journal of Fish Diseases*, 15: 295-304, 1992.

CHIQUEIRI, JMS; SOUSA, JCD; VENTURA, BG. Probiótico y prebiótico em la alimentation de cerdos em crescimento y terminacion. *Archivo Zootecnia*, 55: 305-308, 2006.

COATES, M. The Gut Microflora and Growth. In *Growth in Animals*; LAWRENCE, TLJ, ed. Butterworths: Boston, 175-188, 1980.

COATES, M; FULLER, R; HARRISON, G; LEV, M; SUFFOLK, S. A comparison of the growth of chicks in the gustafsson germ-free apparatus and in a conventional environment, with and without dietary supplements of penicillin. *British Journal of Nutrition*, 17: 141-151, 1963.

COLLINS, MD; GIBSON, GR. Probiotics, prebiotics and symbiotic: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69: 1052S, 1999.

CORASSA, A; LOPES, DC; BELLAYER, C. Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos e probióticos para leitões de 21 a 49 dias de idade. *Archivo Zootecnia*, 61: 467-476, 2012.

CORREA, VS; CARAMORI JUNIOR, JG; VIEITES, FM; ABREU, JG; BARROS, DS. Probiótico líquido para leitões lactentes em diferentes idades. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11: 827-837, 2010.

COSGROVE, M. Perinatal and infant nutrition. *Nucleotides. Nutrition*, 14: 748-751, 1998.

CROMWELL, GL. Why and how antibiotics are used in swine production. *Animal Biotechnology*, 13: 7-27, 2002.

DABBAH, R; EDWARDS, M; MOATS, W. Antimicrobial action of some citrus fruit oils on selected food-borne bacteria. *Applied Microbiology*, 19: 27-31, 1970.

DAVIES, J; DAVIES, D. Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74: 417-433, 2010.

DEANS, S; RITCHIE, G. Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Science*, 5: 165-180, 1987.

DI LUZIO, NR. Update on the immunomodulating activities of glucans. *Springer Seminary Immunopathology*, 8: 387-400, 1985.

DIEBOLD, G; MOSENTHIN, R; PIEPHO, HP; SAUER, WC. Effect of supplementation of xylanase and phospholipase to a wheat-based diet for weanling pigs on nutrient digestibility and concentrations of microbial metabolites in ileal digesta and feces. *Journal of Animal Science*, 82: 2647-2656, 2004.

DOMENEGHINI, C; DI GIANCAMILLO, A; SAVOINI, G; PARATTE, R; BONTEMPO, V; DEL ORTO, V. Structural patterns of swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study. *Histology and Histopathology*, 19: 49-58, 2004.

DORMAN, HJD; DEANS, SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316, 2000.

DURMIC, Z; PETHICK, D; MULLAN, B. The effects of extrusion and arabinoxylanase in wheat based diets on fermentation in the large intestine and expression of swine dysentery. In *Manipulating Pig Production*. CRANWELL, PD, ed. Canberra: Australasian Pig Science Association. 1997.

ECKEL, B; KIRCHGESSNER, M; ROTH, FX. Influence of formic acid on daily weight gain, feed intake, feed conversion rate and digestibility. 1 - the nutritive value of organic acids in the rearing of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 62: 93-100, 1992.

EIDELSBURGER, U; ROTH, RX; KIRCHGESSNER, M. Influence of formic acid, calcium formate and sodium bicarbonate on daily weight gain, feed intake, feed conversion rate and digestibility. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 67: 258-267, 1992a.

EIDELSBURGER, U; ROTH, RX; KIRCHGESSNER, M. Influence of fumaric acid, hydrochloric acid, sodium formate, tylosin and toyocerin on daily weight gain, feed conversion rate and digestibility. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 68: 82-92, 1992b.

FANG, CL; SUN, H; WU, J; NIU, HH; FENG, J. Effects of sodium butyrate on growth performance, haematological and immunological characteristics of weanling piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98: 680-685, 2014.

FAO. Joint FAO, OIE and WHO Workshop on Non-human Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance: Scientific Assessment; World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2003.

FERRELL, C. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. *Journal of Animal Science*, 66: 23-34, 1988.

FLEMMING, JS. Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66: 365-378, 1989.

FURLAN, RL; MACARI, M; LUQUETTI, BC. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: *Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição*. Balneário Camboriú, SC, 2004.

GABERT, VM; SAUER, WC. The effect of fumaric acid and sodium fumarate supplementation to diets for weanling pigs on amino acid digestibility and volatile fatty acid concentrations in ileal digesta. *Animal Feed Science and Technology*, 53: 243-254, 1995.

GARCIA, A. Nucleotídeos como potenciais promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

GASKINS, HR; COLLIER, CT; ANDERSON, DB. Antibiotics as growth promotants: mode of action. *Animal Biotechnology*, 13: 29-42, 2002.

GEDEK, B; ROTH, RF; KIRCHGESSNER, M; WIEHLER, S; BOTT, A; EIDELSBURGER, U. Influence of fumaric acid, hydrochloric acid, sodium formate, tylosin, and toyocerin on the microflora in different segments of the gastrointestinal tract. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 68: 209-217, 1992.

GHELER, RT; ARAÚJO, FA; SILVA, CC. Uso de ácido benzóico na dieta de leitões. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 2182-2187, 2009.

GIBSON, GR; ROBERFROID, MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412, 1995.

GRILLI, E; MESSINA, MR; TEDESCHI, M; TEDESCHI, PA. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. *Livestock Science*, 133: 173-175, 2010.

HAHN, JD; BAKER, DH. Growth and plasma zinc responses of young pigs fed pharmacologic levels of zinc. *Journal of Animal Science*, 71: 3020-3024, 1993.

HANZAKOWSKA, E; NIWINSKA, B; GRELA, ER; WEGLARZY, K; OKON, K. Effect of dietary glutamine, glucose and/or sodium butyrate on piglet growth, intestinal environment, subsequent fattener performance, and meat quality. *Czech Journal of Animal Science*, 59: 460-470, 2014.

- HIRANO, T; MURAKAMI, M; FUKADA, T; NISHIDA, K; YAMASAKI, S; SUZUKI, T. Roles of zinc and zinc signaling in immunity: zinc as an intracellular signaling molecule. *Advances in Immunology*, 97: 149-176, 2008.
- HUNG, IF. The effect of dietary nucleotides in sow and nursery piglet diets on reproduction, growth, and immune response. 2015 (tese de doutorado). University of Kentucky, Lexington.
- HYLEMON, P. Metabolism of bile acids in intestinal microflora. In: *Steroids and Bile Acids: New Comprehensive Biochemistry*; DANIELSON, H; SVOVALL, J, eds. Elsevier Publishing Inc.: Amsterdam, The Netherlands. 1985.
- INBORR, J; OGLE, R. Effect of enzyme treatment of piglet feeds on performance and post weaning diarrhea. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 8: 129-133, 1988.
- JETACAR. Joint Expert Advisory Committee on Antibiotic Resistance. The Use of Antibiotic in Food-Producing Animals: Antibiotic-Resistant Bacteria in Animals and Humans. Commonwealth of Australia, Canberra, Australia. 1999.
- JONSSON, E; CONWAY, P. Probiotics for pigs. In: *Probiotics - the scientific basis*; FULLER, R, ed. Chapman and Hall: London. p. 260-316, 1992.
- JUNQUEIRA, OM; GARIBALDI, LC; BARBOSA, S. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 2394-2400, 2009.
- KAMIMURA, R; ARANTES, VM; BELLETTI, ME. Efeitos de mananoligossacarídeo e colistina sobre a histomorfometria intestinal e níveis de IgA e IgG séricas em leitões. *Veterinária Notícias*, 12: 153-160. 2006.
- KIARIE, EG; SLOMINSKI, BA; KRAUSE, DO; NYACHOTI, CM. Nonstarch polysaccharide hydrolysis products of soybean and canola meal protect against enterotoxigenic *Escherichia coli* in piglets. *The Journal of Nutrition*, 138: 502-508, 2008.
- KIARIE, EG; SLOMINSKI, BA; NYACHOTI, CM. Effect of products derived from hydrolysis of wheat and flaxseed non starch polysaccharides by carbohydrase enzymes on net absorption in enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenged piglet jejunal segments. *Animal Science Journal*, 81: 63-71, 2010.
- KIARIE, E; ROMERO, LF; NYACHOTI, CM. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition Research Reviews*, 26: 71-88, 2013.
- KIL, DY; KWON, WB; KIM, BG. Dietary acidifiers in weanling pig diets: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24: 231-247, 2011.
- KIL, DY; PIAO, LG; LONG, HF; LIM, JS; YUN, MS; KONG, CS. Effects of organic or inorganic acid supplementation on growth performance, nutrient digestibility and white blood cell counts in weanling pigs. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 19: 252-261, 2006.
- KIRBIS, A; KRIZMAN, M. Spread of antibiotic resistant bacteria from food of animal origin to humans and vice versa. *Procedia Food Science*, 5: 148-151, 2015.
- KLUGE, H; BROZ, J; EDER, K. Effects of dietary benzoic acid on urinary pH and nutrient digestibility in lactating sows. *Livestock Science*, 134: 119-121, 2010.
- KU, PK; ULLREY, DE; MILLER, ER; MILLS, CF. Zinc deficiency and tissue nucleic acid and protein concentration. In: *Trace Element Metabolism in Animals*. MILLS, CF, ed. E & S: Livingstone, Edinburgh, UK, 158-164, 1970.
- KUANG, Y; WANG, Y; ZHANG, Y; SONG, Y; ZHANG, X; LIN, Y. Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids as a replacement of zinc oxide on growth, digestibility and immunity of weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 208: 145-157, 2015.
- KULKARNI, AD; RUDOLPH, FB; VAN BURE, CT. The role of dietary sources of nucleotides in immune function: a review. *Journal of Nutrition*, 124: 1442s-1446s, 1994.
- KUMAR, V; SAURABH, S; SAHU, NP. Glucan, a feed additive to manage aquatic animal health. *Aqua Feeds: Formulation & Beyond*, 2: 9-11, 2005.
- LAMBERT, RJW; SKANDAMIS, PN; COOTE, PJ; NYCHAS, GJE. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453-462, 2001.

LEE, DN; LIU, SR; CHEN, YT; WANG, RC; LIN, SY; WENG, CF. Effects of diets supplemented with organic acids and nucleotides on growth, immune responses and digestive tract development in weaned pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91: 508-518, 2007.

LEGALL, GM; SEE, B; LOUVEAU, I; HOLST, JJ; OSWAL, IP. Comparative effect of orally administered sodium butyrate before or after weaning on growth and several indices of gastrointestinal biology of piglets. *British Journal of Nutrition*, 102: 1285-1296, 2009.

LEHNINGER, AL; NELSON, DL; COX, MM. Nucleotídeos e ácidos nucleicos. In: *Princípios de Bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 242-268, 1995.

LERNER, A; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. *IMAJ*, 2: 772-774, 2000.

LI, BT; VAN KESSEL, CWR; HUANG, SX; KIRKWOOD, RN. Small intestinal morphology and bacterial populations in ileal digesta and feces of newly weaned pigs receiving a high dietary level of zinc oxide. *Canadian Journal of Animal Science*, 81: 511-516, 2001.

LI, J; LI, DF; XING, JJ. Effects of  $\beta$ -glucan extracted from *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance and immunological and somatotrophic responses of pig challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science*, 84: 2374-2381, 2006.

LIAO, SF; NYACHOTI, M. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Nutrition*, 3: 331-343, 2017.

LIU, Y; ESPINOSA, CD; ABELILLA, JJ; CASAS, GA; LAGOS, V; WOONG, SAL; MATHAI, JK; JAWORSKI, NW; STEIN, HH. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: a review. *Animal Nutrition*, 4: 113-125, 2018.

LONG, SF; XU, YT; PAN, L; WANG, QQ; WANG, CL; WU, JY. Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 235: 23-32, 2018.

LU, H; SU, S; AJUWON, KM. Butyrate supplementation to gestating sows and piglets induces muscle and adipose tissue oxidative genes and improves growth performance. *Journal of Animal Science*, 90: 430-432, 2012.

LU, R; WANG, X; SUN, DF; TIAN, XQ; ZHAO, SL; CHEN, YX. Folic acid and sodium butyrate prevent tumorigenesis in a mouse model of colorectal cancer. *Epigenetics*, 3: 330-335, 2008.

LUISE, D; MOTTA, V; SALVARANI, C; CHIAPPELLI, M; FUSCO, L; BERTOCHI, M. Long-term administration of formic acid to weaners: influence on intestinal microbiota, immunity parameters and growth performance. *Animal Feed Science and Technology*, 232: 160-168, 2017.

LUNA, UV; CARAMORI JUNIOR, JG; CORRÊA, GSS; KIEFER, C; SOUZA, MA; VIEITES, FM; CRUZ, RAS; ASSIS, SD. Mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano em dietas de leitões desmamados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67: 591-599, 2015.

MACFARLANE, S; MACFARLANE, G. Proteolysis and Amino Acid Fermentation. In: *Human colonic bacteria: role in nutrition, physiology, and pathology*; GIBSON, GR, MACFARLANE, GT; Eds. CRC Press: Boca Raton, 75-100, 1995.

MACHINSKY, TG; KESSELER, M; RIBEIRO, AML; MORAES, L; MELLO DA SILVA, IC; MAYORGA CORTES, ME. Nutrient digestibility and Ca and P balance in pigs receiving butyric acid, phytase and different calcium levels. *Ciencia Rural*, 40: 2350-2355, 2015.

MAGNANI, M; CASTRO-GÓMEZ, RJH.  $\beta$ -glucana de *Saccharomyces cerevisiae*: constituição, bioatividade e obtenção. *Semina Ciências Agrárias*, 29: 631-650, 2008.

MAHAN, DC; NEWTON, EA; CERA, KR. Effect of supplemental sodium chloride, sodium phosphate, or hydrochloric acid in starter pig diets containing dried whey. *Journal of Animal Science*, 74: 1217-1222, 1996.

MALLO, JJ; BALFAGON, A; GRACIA, MI; HONRUBIA, P; PUYALTO, M. Evaluation of different protections of butyric acid aiming for release in the last part of the gastrointestinal tract of piglets. *Journal of Animal Science*, 90: 227-229, 2012.

MAO, XF; PIAO, XS; LAI, CH. Effects of  $\beta$ -glucan obtained from the Chinese herb *Astragalus membranaceus* and lipopolysaccharide challenge on performance, immunological, adrenal, and somatotrophic responses of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 83: 2775-2782, 2005.



MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas com o uso autorizado na alimentação animal (Atualizado em 03/12/2008 – Divisão de Aditivos/CPAA/DFIP/DAS. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>>. Acessado em: 29/01/13.

MATEO, CD; PETERS, DN; STEIN, HH. Nucleotides in sow colostrum and milk at different stages of lactation. *Journal of Animal Science*, 82: 1339-1342, 2004.

MAYHEW, A. The effects of dietary additives on the growth performance and occurrence of resistant bacteria in weanling pigs (tese de doutorado). 2003. The University of Tennessee, Knoxville. December 2003.

MCDOWELL, LR. Minerals in animal and human nutrition. Academic Press Inc., San Diego, CA ,1992.

MCEWEN, SA. Antibiotic use in animal agriculture: what have we learned and where are we going? *Animal Biotechnology*, 17: 239-250, 2006.

MENDES, CBS; FONTES, DO; GUEDES, RMC. Suplementação de betaglucano a dietas de leitões de 21 a 60 dias de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62: 696-705, 2010.

MENTEN, JFM. Aditivos alternativos na produção de aves: probióticos e prebióticos. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Anais... Piracicaba: FEALQ, p.141-157, 2001.

MENTEN, JFM. Probióticos, prebióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: Simpósio Sobre Nutrição Animal, Anais... Campinas: CBNA, p.251-276, 2002.

METZLER-ZEBELI, BU; VAHJEN, W; BAUMGÄRTEL, T; RODEHUTSCORD, M; MOSENTHIN, R. Ileal microbiota of growing pigs fed different dietary calcium phosphate levels and phytase content and subjected to ileal pectin infusion. *Journal of Animal Science*, 88: 147-158, 2010.

MILLER, ER; ULREY, DE; ACKERMAN, DA. Hematology from birth to maturity. Serum proteins. *Journal of Animal Science*, 20: 31-35, 1961.

MILLEZI, AF; CAIXETA, DS; ROSSONI, DF; CARDOSO, MG; PICCOLI, RH. In vitro antimicrobial properties of plant essential oils thymus vulgaris, cymbopogon citratus and laurus nobilis against five important foodborne pathogens. *Food Science and Technology*, 32: 167-172, 2012.

MILTENBURG, G. Promotores e aditivos de crescimento em avicultura. In: Conferência Apinco De Ciência E Tecnologia Avícola, Anais... Campinas: FACTA, p.206-215, 2000.

MOHANA DEVI, S; KIM, IH. Effect of médium chain fatty acids (MCFA) and probiotic (*Enterococcus faecium*) supplementation on the growth performance, digestibility and blood profiles in weanling pigs. *Veterinarian Medicine*, 59: 527-535, 2014.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. *Pig Progress*, 17: 20-22, 2001.

MONTAGNE, L; CAVANEY, FS; HAMPSON, DJ; LALLES, JP; PLUSKE, JR. Effect of diet composition on postweaning colibacillosis in piglets. *Journal of Animal Science*, 82: 2364-2374, 2004.

MONTEIRO, MV; CLIMENI, BSO; SAMARONI, M; ZANATTA, J. Simbióticos como um fator alternativo na suinocultura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 10: 2008.

MORAN, CA. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannann. In: Alltech's Annual Symposium, Proceedings... Lexington: Alltech, 280-296, 2004.

MORÉS, N; MARQUES, LLJ; SOBESTIANSKY, J. Influência do nível protéico e/ou da acidificação da dieta sobre a diarreia pós desmame em leitões causada por *Escherichia coli*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 10: 85-88, 1990.

MORES, N; SOBESTIANSKY, J; WENTZ, I. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J; WENTZ, I; SILVEIRA, PRS; SESTI, LAC (Ed). Suinocultura intensiva. Concórdia: EMBRAPA, p.135-162, 1998.

NAMKUNG, H; GONG, J; YU, H; LANGE, CFM. Effect of pharmacological intakes of zinc and copper on growth performance, circulating cytokines and gut microbiota of newly weaned piglets challenged with coliform lipopolysaccharides. *Canadian Journal of Animal Science*, 86: 511-522, 2006.



- NRC. Nutrient requirements of swine (11th rev), National Academy Press, Washington, DC (2012)
- O'CONNELL, JM; CALLAN, JJ; O'DOHERTY, JV. The interaction between cereal type and lactose level on piglet performance and diet digestibility post weaning. *Animal Science*, 81: 265-269, 2005.
- OLIVEIRA, MSF. Mananoligossacarídeos e  $\beta$ -glucanos em Dietas de Matrizes Suínas em Lactação. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- OSSWALD, T; VAHJEN, W; SIMON, O. Influence of different non starch polysaccharide degrading feed enzymes on the intestinal microbiota in piglets. *Slovak Journal of Animal Science*, 1: 55-58, 2006.
- PALERMO NETO, JÁ. Questão dos resíduos antimicrobianos em avicultura: verdade ou protecionismo europeu. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, 28: 25-32, 2003.
- PALERMO NETO, J. Considerações gerais sobre o uso de promotores de crescimento. In: SPINOSA, HS; GÓRNIK, SL; BERNARDI, MM (org). *Farmacologia Aplicada a Veterinária*. 3ed. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 523-527, 2002.
- PAPATSIROS, VG; BILLINIS, C. The prophylactic use of acidifiers as antibacterial agents in swine. In *Antimicrobial Agents*, BOBBARALA, V; TECH, R. ed. 295-310, 2012.
- PEARCE, SC; SANZ FERNANDEZ, MV; TORRISON, J; WILSON, ME; BAUMGARD, LH; GABLER, NK. Dietary organic zinc attenuates heat stress-induced changes in pig intestinal integrity and metabolism. *Journal of Animal Science*, 93: 4702-4713, 2015.
- PETRI, R. Uso de exclusão competitiva na avicultura no Brasil. II Simpósio de Sanidade Avícola, Anais... Santa Maria, RS, 2000.
- PICCAGLIA, R; MAROTTI, M; GIOVANELLI, E; DEANS, SG; EAGLESHAM, E. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2: 47-50, 1993.
- PIVA, A; MORLACCHINI, M; CASADEI, G; GATTA, PP; BIAGI, G; PRADINI, A. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. *Italian Journal of Animal Science*, 1: 35-41, 2002.
- PLUSKE, JR; PIVA, A; KNUDSEN, KEB. Morphological and functional changes in the small intestine of the newly weaned pig. In: *Gut environment of pigs*. Nottingham: University Press, p.1-27, 2001.
- PRASAD, AS; OBERLEAS, D; MILLER, ER; LUECKE, RW. Biochemical effects of zinc deficiency: changes in activities of zinc-dependent enzymes and ribonucleic acid and deoxyribonucleic acid content of tissues. *Journal of Laboratorial and Clinical Medicine*, 77: 144-152, 1971.
- PRASAD, AS. Zinc: an antioxidant and anti-inflammatory agent: role of zinc in degenerative disorders of aging. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28: 364-371, 2014.
- RAVINDRAN, V; KORNEGAY, ET. Acidification of weaner pig diets: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62: 313-322, 1993.
- REILLY, TP; SWEENEY, AG; SMITH, AG. The effects of cereal-derived  $\beta$ -glucans and enzyme supplementation on intestinal microbiota, nutrient digestibility and mineral metabolism in pigs. *Livestock Science*, 11: 144-147, 2010.
- RIBEIRO, CLG; RUTZ, F; DALLMANN, PR. Efeito da utilização de mananoligossacarídeos (mos) e de ácidos orgânicos associados à mos, com e sem antibióticos, na dieta de poedeiras produtoras de ovos avermelhados. *Ciência Animal Brasileira*, 11: 292-300, 2010.
- RIEGEL, RE. Mecanismo da síntese das proteínas. In: RIEGEL, RE (Ed.). *Bioquímica*. São Leopoldo: Unisinos, 321-350, 2002.
- ROBERFROID, MB; SLAVIN, J. Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 40: 461- 480, 2000.
- ROBERTSEN, B. Modulation of the non-specific defense of fish by structurally conserved microbial polymers. *Fish and Shellfish Immunology*, 9: 269-290, 1999.

ROBERTSEN, B; RORSTAD, G; ENGSTAD R. Enhancement of nonspecific disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L, by a glucan from *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. *Journal of Fish Diseases*, 13: 391-400, 1990.

ROSSI, P; XAVIER, RG; RUTZ, F. Nucleotides in animal nutrition. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13: 5-12, 2007.

ROTH, FX; ECKEL, B; KIRCHGESSNER, M; EIDELSBURGER, U. Influence of formic acid on pH, dry matter content, and concentrations of volatile fatty acids and lactic acid in the gastrointestinal tract. 3. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 67: 148-156, 1992.

RUIZ-HERRERA, J. Fungal Cell Wall: Structure, Synthesis, and Assembly. *The New England Journal of Medicine*, 343: 338-344, 1992.

RUTZ, F; LIMA, GJMM. O uso de antimicrobianos como promotores de crescimento no Brasil. In: Congresso Brasileiro De Veterinários Especialistas Em Suínos, Anais... Porto Alegre: ABRAVES, 2001.

SAAD, SMI. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 42: 1, 2006.

SALOBIR, J; REZAR, V; PAJK, T; LEVART, A. Effect of nucleotide supplementation on lymphocyte DNA damage induced by dietary oxidative stress in pigs. *Animal Science*, 81: 135-140, 2005.

SANCHES, AL. Probiótico, Prebiótico e Simbiótico em rações de leitões ao desmame. 2004. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras MG. 2004.

SANCHES, AL; LIMA, JAF; FIALHO, ET. Utilização de probióticos, prebióticos e simbióticos em rações de leitões ao desmame. *Ciência e Agrotecnologia*, 30: 774-777, 2006.

SANTOS JÚNIOR, AA; FERKET, PR; GRIMES, JL. Reduction of intestinal *Salmonella* spp. colonization in turkeys by dietary wheat, triticale and enzyme supplementation. In: Annual of Meeting of the Southern Poultry Science Society, Anais... Atlanta, 2005.

SANTOS, VM. Níveis de prebiótico em substituição ao antibiótico em dietas para leitões recém-desmamados. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2007.

SANTOS, GC. Alternativas ao uso de promotores químicos de crescimento sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2010.

SANTOS, MS; FERREIRA, CLLF; GOMES, PC. Influência do fornecimento de probiótico à base de *Lactobacillus* sp. sobre a microbiota intestinal de leitões. *Ciência Agrotecnologia*, 27: 1395-1400, 2003.

SANTOS, TNS; CASTRO, V; SOARES, AL. Prebióticos, probióticos e simbióticos na nutrição dos animais. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5: 573-576, 2008.

SANTOS, WG; FILGUEIRAS, EP; BERTECHINI, AG. Efeito da manose como prebiótico sobre a morfologia intestinal de leitões na fase de creche. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Anais... Recife: SBZ, 2002.

SAUER, N; EKLUND, M; BAUER, E; GANZLE, MG; FIELD, CJ; ZIJLSTRA, RT. The effects of pure nucleotides on performance, humoral immunity, gut structure and numbers of intestinal bacteria of newly weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 3126-3134, 2012a.

SAUER, N; EKLUND, M; ROTH, M; RINK, F; JEZEMY, D; BAUER, E. Short-term effect of dietary yeast nucleotide supplementation on small intestinal enzyme activities, bacterial populations and metabolites and ileal nutrient digestibilities in newly weaned pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96: 700-708, 2012b.

SAVAGE, TF; COTTER, PF; ZAKRZEWSKA, EI. The effects of feeding a mannanoligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgG of Wrolstad MW male turkeys. *Poultry Science*, 75: 143-145, 1996.

- SCHLIMME, E; MARTIN, D; MEISEL, H. Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in milk and colostrum. *British Journal of Nutrition*, 84: S59-S68, 2000.
- SHELEF, LA; NAGLIK, OA; BOGEN, DW. Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary, and allspice. *Journal of Food Science*, 45: 1042-1044, 1980.
- SILVA, LP; NORNBERG, JL. Prebióticos na nutrição de não-ruminantes. *Ciência Rural*, 33: 55-65, 2003.
- SMITH, HW. Clinical problems of preventive medicine. *World's Poultry Science Journal*, 31: 104-15, 1975.
- CHOUHAN, S; SHARMA, K; GULERIA, S. Antimicrobial activity of some essential oils—present status and future perspectives. *Medicines*, 4: 58, 2017.
- SPERANDA, M; DIDARA, M; SPERANDA, T; DOMACINOVIC, M; VALPOTIC, H; KOVACEVIC, J. Hydrolyzed brewery yeast product like immunomodulator in weaned piglets. *Archives of Zootechnie*, 11: 52-60, 2008.
- SPRING, P; WENK, C; DAWSON, KA. The effects of dietary mannan oligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceco of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*, 79: 205-211, 2000.
- STECHER, B; HARDT, WD. Mechanisms controlling pathogen colonization of the gut. *Current Opinion in Microbiology*, 14: 82-91, 2011.
- STEIN, HH; KIL, DY. Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools. *Animal Biotechnology*, 17: 217-231, 2006.
- SURYANARAYANA, MVAN; SURESH, J; RAJASEKHAR, MV. Organic acids in swine feeding: a review. *Agricultural Science Research Journal*, 2: 523-533, 2012.
- TUCCI, FM; THOMAZ, MC; NAKAGHI, LSO. Efeito da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a estrutura e ultraestrutura do intestino delgado e sobre o desempenho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63: 931-940, 2011.
- UAUY, R; QUAN, R; GIL, A. Role of nucleotides in intestinal development and repair: implications for infant nutrition. *The Journal of Nutrition*, 124: 1436-1441, 1994.
- UNI, Z; GANOT, S; SKLAN, D. Posthach development of mucosal function in the broiler small intestine, *Poultry Science*, 77: 75-82, 1998.
- UPADHAYA, SD; LEE, KY; KIM, IH. Protected organic acid blends as an alternative to antibiotics in finishing pigs. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 27: 1600-1607, 2014.
- UTIYAMA, CE; OETTING, LL; GIANI, PA. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 2359-2367, 2006.
- VAN HEUGTE, N; SPEARS, JW; KEGLEY, EB; WARD, JD; QUERESHI, MA. Effects of organic forms of zinc on growth performance, tissue zinc distribution, and immune response of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 81: 2063-2071, 2003.
- VERVAEKE, I; DECUYPERE, J; DIERICK, N; HENDERICKX, H. Quantitative in vitro evaluation of the energy metabolism influenced by virginiamycin and spiramycin used as growth promoters in pig nutrition. *Journal of Animal Science*, 49: 846-856, 1979.
- WALK, CL; SRINONGKOTE, S; WILCOCK, P. Influence of a microbial phytase and zinc oxide on young pig growth performance and serum minerals. *Journal of Animal Science*, 91: 286-291, 2013.
- WALK, CL; WILCOCK, P; MAGOWAN, E. Evaluation of the effects of pharmacological zinc oxide and phosphorus source on weaned piglet growth performance, plasma minerals and mineral digestibility. *Animal*, 9: 1145-1152, 2015.
- WALSH, MC; SHOLLY, DM; HINSON, RB; SADDORIS, KL; SUTTON, AL; RADCLIFFE, JS. Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. *Journal of Animal Science*, 85: 1799-1808, 2007.
- WANG, XX; SONG, PX; WU, H; XUE, JX; ZHONG, X; ZHANG, LY. Effects of graded levels of isomaltoligosaccharides on the performance, immune function and intestinal status of weaned pigs. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 29: 250-256, 2016a.

WANG, Y; KUANG, Y; ZHANG, Y; SONG, Y; LIN, Y. Rearing conditions affected responses of weaned pigs to organic acids showing a positive effect on digestibility, microflora and immunity. *Animal Science Journal*, 87: 1267-1280, 2016b.

WHITE, LA; NEWMAN, MC; CROMWELL, GL; LINDEMANN, MD. Brewers dried yeast as a source of mannanoligosaccharides for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 80: 2619-2628, 2002.

XIA, S; YAO, W; ZOU, B; LU, Y; LU, N; LEI, H. Effects of potassium diformate on the gastric function of weaning piglets. *Animal Production Science*, 56: 1161-1166, 2016.

XIA, T; LAI, W; HAN, MA; ZHANG, L. Dietary ZnO nanoparticles alters intestinal microbiota and inflammation response in weaned piglets. *Oncotarget*, 8: 64878-64891, 2017.

XU, YT; LIU, LI; LONG, SF; PIAO, XS. Effects of organic acids and essential oils on performance, intestinal health and digestive enzyme activities of weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 235: 110-119, 2018.

YANG, CM; FERTEK, PR; HONG, QH. Effect of chito-oligosaccharide on growth performance, intestinal barrier function, intestinal morphology and cecal microflora in weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 2671-2676, 2012.

YU, VY. The role of dietary nucleotides in neonatal and infant nutrition. *Singapore Medical Journal*, 39: 145-150, 1998.

ZENTEK, J; FERRARA, F; PIEPER, R; TEDIN, L; MEYER, W; VAHJEN, W. Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids on the gastrointestinal microbial ecology and bacterial metabolites in the digestive tract of weaning piglets. *Journal of Animal Science*, 91: 3200-3210, 2013.

ZEYNER, A; BOLD, E. Effects of probiotic *Enterococcus faecium* strain supplemented from birth to weaning on diarrhoea patterns and performance of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90: 25-31, 2006.

ZHANG, C. Interactions between gut microbiota, host genetics and diet relevant to development of metabolic syndromes in mice. *The ISME Journal*, 4: 232-241, 2010.

ZHU, C; LIV, H; CHEN, Z; WANG, K; WU, X; CHEN, Z. Dietary zinc oxide modulates antioxidant capacity, small intestinal development, and jejunal gene expression in weaned pigs. *Biological Trace Elements Research*, 175: 331-338, 2017.

ZIEGLER, TR; ESTÍVARIZ, CF; JONAS, CR. Interactions between nutrients and peptide growth factors in



# CAPÍTULO 11 – AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

**Autores:** Silva, I. J. O.; Lima, G.F.R; Delagracia; F.

**Contato:** iranoliveira@usp.br

## 11.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O estresse térmico é reconhecido como um fator capaz de alterar o comportamento, o bem-estar animal e a qualidade da produção animal, (Ferrari et al. 2013), sendo extremamente prejudicial para a produção, inclusive do ponto de vista econômico (Jackson et. al. 2018).

Em relação ao sistema brasileiro de produção de suínos, as perdas e consequentemente a dimensão dos prejuízos que o estresse térmico causa para a economia do país, são enormes, sendo necessário buscar soluções e mecanismos adequados para controle do ambiente térmico.

Em países tropicais como o Brasil, deve-se atentar para os cuidados com a ambiência nos sistemas de produção visando adequar às instalações as exigências dos animais nas diferentes fases de criação, sejam elas, na gestação, maternidade, creche, crescimento e na terminação. Devem-se considerar também as exigências dos reprodutores, muitas vezes esquecidos nesse processo de análise conjunta da cadeia. A interação entre os dados do ambiente, com os índices zootécnicos, produtivos e reprodutivos são ferramentas fundamentais para tomada de decisões em uma suinocultura moderna e sustentável. Além dessas características, deve-se considerar as variações na escala tempo-espacial que devido a nossa extensão territorial apresenta grandes diferenças regionais e temporais (estações climáticas).

Os suínos sendo animais homeotérmicos mantêm a temperatura corporal dentro de limites estreitos, que, por meio de mecanismos fisiológicos, equilibram-se entre perda e produção de calor. Dessa forma, a zona termoneutra é caracterizada por uma faixa de temperatura que, a certo nível de consumo energético, a produção e perda de calor são mínimas e constantes (Renaudeau, 2012). Em condições tropicais, manter-se em equilíbrio térmico onde os sistemas de controles do ambiente são ineficientes é extremamente difícil. Assim, esse desequilíbrio térmico é prejudicial tanto do ponto de vista bioclimático, quanto do bem-estar animal.

Na associação de problemas relacionados ao clima e a produção, na atualidade nos deparamos com o avanço tecnológico e a quarta revolução. O mundo vive uma nova era, no qual existem tecnologias que unem o mundo físico, digital e biológico, rompendo com todos os padrões tecnológicos conhecidos. A suinocultura não ficará excluída dessa revolução, teremos sim que nos ajustar à suinocultura 4.0, onde serão implementadas novas tecnologias usando os animais como biossensores, sendo o próprio animal o responsável pelas tomadas de decisão dentro da instalação e todo o controle do ambiente realizado por sensores, atuadores e controladores.

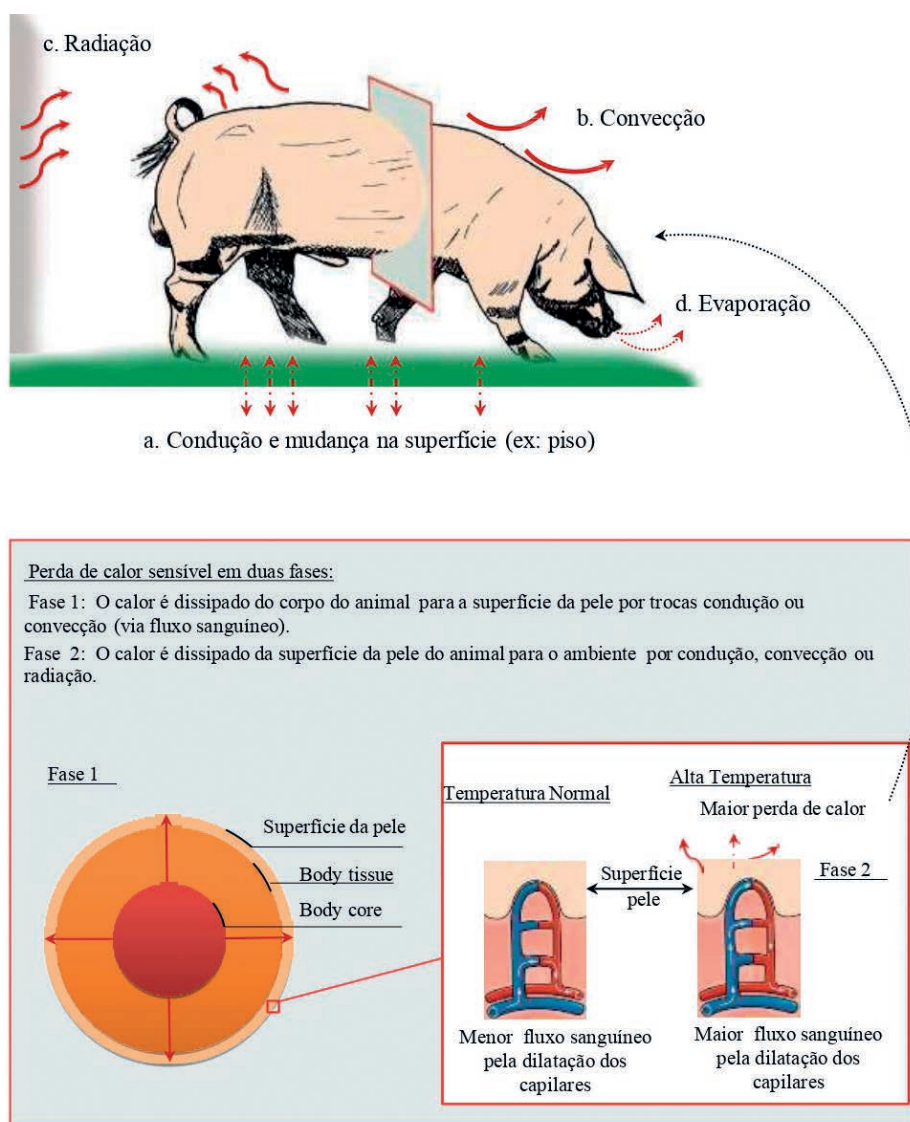
Neste capítulo nos comprometemos a desenvolver os aspectos da ambiência na produção de suínos, mas com o viés prático frente essas demandas tecnológicas mundiais.

## 11.2. O ANIMAL

Os suínos, por serem homeotermos, necessitam manter a temperatura corporal constante dispondo de diversos recursos fisiológicos capazes de evitar a variação da temperatura, (Robinson 2014, Silva 1999). Porém, os suínos são animais extremamente susceptíveis ao aumento de temperatura devido à falta de glândulas sudoríparas e a espessa camada de tecido adiposo devido a intensa seleção genética (Ross et al. 2015). Os suínos dissipam calor utilizando mecanismos de condução, radiação, convecção e evaporação (Silva 1999) e, como os suínos não suam, eles dependem fortemente da perda de calor pelas vias respiratórias (evaporação), Ferrari et al. (2013).

A **figura 1** exemplifica as trocas de calor realizadas pelo suíno e como interagem com o meio ambiente.

**Figura 1.** Mecanismos de dissipação de calor em condições de altas temperaturas. (Campos, 2014)



**Mecanismos de trocas de calor e suas respostas para altas temperaturas**



A troca de calor por radiação (realizada por meio de ondas eletromagnéticas) se dá quando o suíno emite calor para um ambiente mais frio ou absorve a radiação, como por exemplo, ao serem expostos ao sol, ou recebendo a carga térmica de radiação dentro de uma instalação, podendo nas diferentes situações gerar perda ou ganho de calor, (Ludtke et al. 2010).

Por convecção, ocorre entre o animal e fluido (podendo nesse caso ser o ar ou a água), ou seja, o contato do ar em movimento com a pele do animal no caso de um sistema de ventilação, ou o animal em áreas molhadas, onde a superfície da pele esteja em contato com a água (exemplo típico dos sistemas de criação em lâminas d'água). A maior ou menor eficiência desse processo de transferência de calor é dependente do formato e tamanho animal, da temperatura e da velocidade do ar em contato com o corpo do animal (Silva 1999).

Já por condução o animal ganha ou perde calor por contato direto com uma superfície sólida, (ex: animal em contato com o chão de concreto), favorecendo a troca em função das características dos materiais, Robinson (2014).

A evaporação ocorre pelas vias respiratórias pelo processo de ofegação, onde se dá a mudança do estado líquido para o gasoso da água, carreando consigo o calor de dentro do corpo do animal (Silva 1999). A eficiência da evaporação diminui conforme a umidade relativa do ambiente aumenta. No caso da umidade relativa e temperatura muito elevadas a troca de calor pela ofegação se torna ineficiente (Pereira et al. 2018).

Quando a temperatura ambiente está acima do nível adequado (fora da zona de termoneutralidade), a frequência respiratória e a temperatura retal dos animais aumentam (Dong et al. 2012, Robinson 2014, Silva 1999). Nessas situações os animais podem começar a ofegar como forma de troca de calor por convecção e evaporação (Silva 1999). Os suínos apresentam o comportamento de permanecerem separados uns dos outros mantendo a máxima área possível em contato com uma superfície, realizando também as trocas de calor por condução (Jackson et al 2018). Em casos extremos, devido às altas temperaturas, essas podem levar a hipertermia e consequentemente ao óbito. Esses comportamentos dos animais devem ser considerados sempre numa avaliação instantânea do lote de produção. A sua dispersão ou a aglomeração podem ser indicativos do nível de conforto dos animais.

Se a temperatura está abaixo da zona de termoneutralidade os animais apresentarão tremor muscular, queda da temperatura retal e apresentarão o comportamento de se agrupar. Se o estresse por frio persistir, os animais poderão entrar em um estado de hipotermia, que em casos graves também poderá levá-los ao óbito. (Baêta e Souza, 1997; Robinson 2014). Todas essas variações dependerão da intensidade e duração do evento (elemento estressor), atuante sobre os animais. Ao contrário, ondas de calor poderão ter fortes efeitos negativos na produção suinícola. Se considerarmos como onda de calor, pelo menos 3 dias consecutivos com temperaturas de 5°C acima das médias regionais, esses problemas poderão ainda ser maiores.

Na tabela 1 encontram-se os valores de zona de conforto térmico (ZTN), valor de temperatura crítica inferior (TCI) e valor da temperatura crítica superior (TCS) de acordo com a categoria animal.

**Tabela 1.** Temperaturas de conforto térmico para diferentes categorias de suínos em °C

| <b>Suínos</b>              | <b>TCI</b> | <b>ZTN</b> | <b>TCS</b> |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| <b>Porcas/reprodutores</b> | 0          | 12-18      | 30         |
| <b>Leitão ao nascer</b>    | 15         | 30-32      | 35         |
| <b>1ª semana</b>           | 15         | 28-27      | 35         |
| <b>2ª semana</b>           | 13         | 25-26      | 35         |
| <b>3ª semana</b>           | 12         | 22-24      | 35         |
| <b>4ª semana</b>           | 10         | 21-22      | 31         |
| <b>5ª a 8ª semana</b>      | 8          | 20-22      | 30         |
| <b>ENGORDA (kg)</b>        |            |            |            |
| <b>20-35</b>               | 8          | 18-22      | 27         |
| <b>35-60</b>               | 5          | 16-18      | 27         |
| <b>60-100</b>              | 4          | 12-18      | 27         |

Adaptado: Cortez e Magalhães 1992, Silva 1999 e Ludtke et al. 2010

Vários autores apresentam as zonas termoneutras e temperaturas críticas para suínos como Silva (1999), Cortez e Magalhães (1992), Ludtke et al. (2010). Em condições de termoneutralidade o animal mantém praticamente constante a temperatura corporal com o mínimo esforço dos mecanismos regulatórios, chamado de Zona de Conforto Térmico ou Zona Termoneutra, em que não há sensação de frio ou calor e o desempenho do animal é otimizado em qualquer atividade. Isso significa que manter os suínos dentro dessa faixa de conforto é uma das formas mais eficientes para evitar gastos energéticos com a adequação da temperatura, evitando perdas desnecessárias e mantendo o animal em conforto térmico (Nääs et al. 2014).

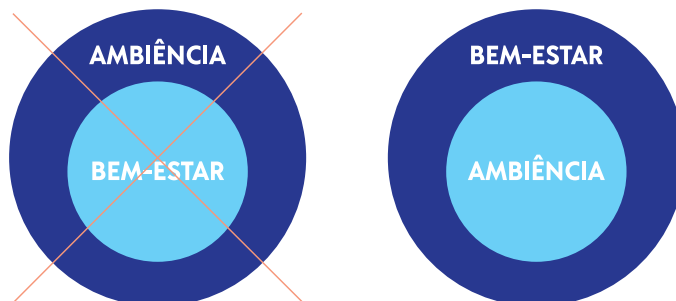
Temperaturas abaixo do limite crítico inferior (TCI) resultam no aumento da produção de calor, que demanda o aumento das taxas metabólicas pelos suínos, e da perda de calor sensível pelo aumento do gradiente térmico. Por outro lado, sendo o limite superior (TCS) excedido, a temperatura corporal aumenta em função da redução da perda de calor sensível e o aumento da perda de calor latente, que é eficiente até certos limites.

Considerando o Brasil um país tropical, com médias anuais de 26°C (INMET,2018), muita atenção deve ser dada ao condicionamento dos animais. **Não existe projeto único de climatização e ambiência para uma sistema de criação.** É necessário adequações para as diferentes regiões do país, considerando a variabilidade espacial (regional), os macro e microclimas, sazonalidade das diferentes estações do ano e associado a esses fatores, não se pode desprezar o nível tecnológico do produtor. A inserção de mecanismos de controle do ambiente e novas tecnologias voltadas para a climatização são fundamentais para a maior eficiência da ambiência animal nos sistemas industriais de produção de proteína animal.

De qualquer forma é importante esclarecer que Ambiência Animal é diferente de Bem-Estar Animal. A primeira é focada nas relações do sistema de produção considerando o ar, a água e o solo, num controle do ambiente de produção de acordo com as exigências dos animais. Já o segundo, trata-se de uma ciência que envolve diferentes conceitos, incluindo inclusive o conforto térmico animal, além dos aspectos comportamentais, nutricionais, sanitários, produtivos e reprodutivos.

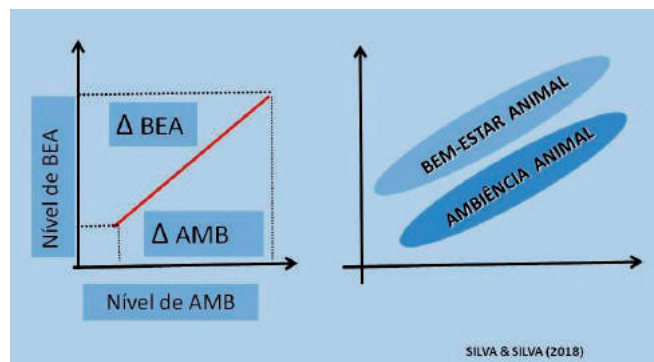
Na figura 2 abaixo, verifica-se que o conceito de ambiência animal, esta inserido dentro com conceito maior de Bem-estar animal e não o inverso.

**Figura 2.** Relações de ambiência animal e bem-estar animal



Por outro lado, deve-se considerar, portanto, que os conceitos anteriores estão interligados e atuam paralelamente. Não se pode pensar em bem-estar animal sem uma ambiência controlada, e ajustada as necessidades do animal. E por outro lado, não tem como falar em ambiência animal sem considerar o bem estar dos mesmos. Nesse sentido, surge o conceito de paralelismo conceitual entre a ambiência e bem-estar animal, os conceitos se completam, e não podem ser dissociados.

**Figura 3.** Conceito do paralelismo entre ambiência animal e bem-estar animal



### 11.3. MECANISMOS DE CONTROLE DO AMBIENTE

O estresse por calor pode afetar fortemente a produção e a saúde animal (Li et al. 2018; Rong et al. 2017; Li et al. 2016; Xin et al. 2018; Jackson et al. 2018; Robinson 2014; Baêta e Souza 1997). Sendo assim, é necessário buscar informações de sistemas de resfriamento já existentes e que sejam eficientes para a suinocultura, além de analisar de forma aprofundada os efeitos que o estresse térmico pode gerar sob o ponto de vista fisiológico nesses animais.

Xin et al. (2018) trabalhou com dois grupos de suínos na fase de terminação durante 21 dias, um grupo em estresse térmico (HS) (33°C) e outro grupo dentro da zona de termoneutralidade

(TN) (23°C). O grupo de suínos em estresse térmico apresentou menor ganho de peso, menor consumo de ração, maior temperatura retal e maior frequência respiratória em comparação com o grupo que foi mantido dentro da zona de termoneutralidade. Evidenciando o quão impactantes podem ser os efeitos do ambiente térmico na suinocultura. Nas figuras 4 e 5 abaixo demonstram os resultados desse efeito do ambiente sobre alguns parâmetros fisiológicos e zootécnicos.

**Figura 4.** (A) o consumo de ração, (B) o ganho médio de peso corporal, ganho (C): a alimentação foram monitorados ao longo de 21 dias de tratamento. Adaptado Xin et al. (2018)

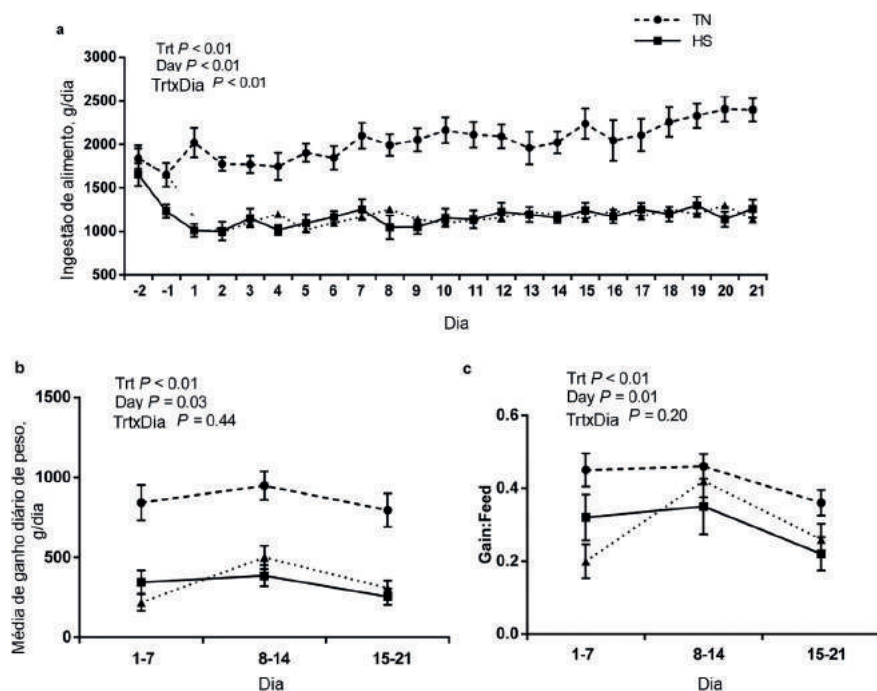
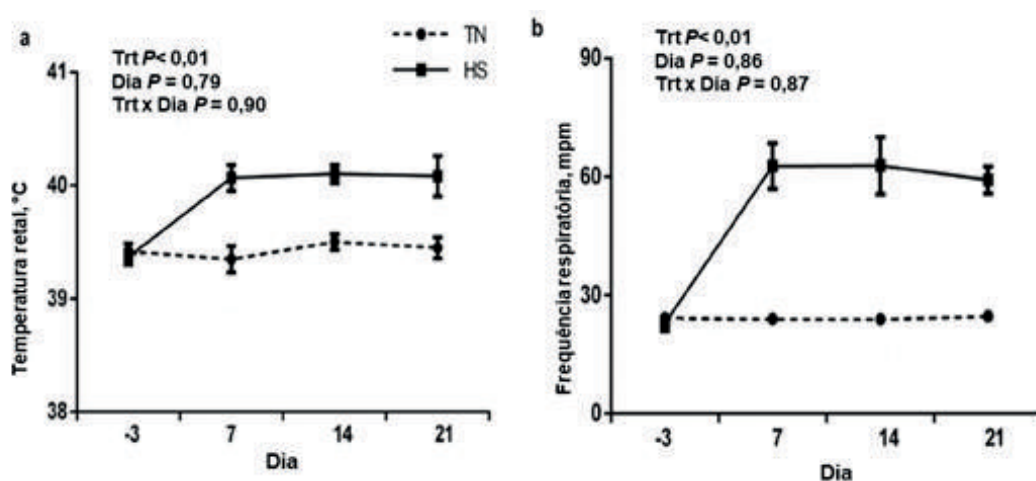


**Figura 5.** (A) Temperatura retal, (B) Frequência respiratória ao longo de 21 dias de tratamento. Adaptado de Xin et al. 2018.



### 11.3.1. Efeito da ventilação

De acordo com Li et al. (2016) o estresse por calor pode ser reduzido desenvolvendo melhores tecnologias de ventilação. E aumentar a velocidade do ar na zona ocupada pelo animal é eficiente para reduzir o estresse térmico em suínos (Li et al. 2018) já que a perda de calor por convecção do corpo do animal está fortemente correlacionada com a velocidade do ar.

Esses autores, afirmam que a orientação do animal e a intensidade de turbulência do ar devem ser consideradas para a transferência de calor por convecção no suíno. Nesse caso, ambos apresentam um impacto na transferência de calor convectivo nos suínos, com um aumento na turbulência do ar e com um aumento do ângulo entre o eixo do corpo do animal, pois o fluxo de ar e o coeficiente de transferência de calor convectivo também aumentam. O coeficiente de transferência de calor convectivo é uma função complexa e multifatorial, como velocidade do ar, intensidade de turbulência, geometria do animal, orientação do animal, tamanho do animal, etc. Essas variáveis compõem os elementos de projeto de um sistema de ventilação eficiente, pois considera os aspectos da engenharia de ventilação no processo produtivo. Não se trata apenas de ligar ou desligar ventiladores, de colocar um ou mais ventiladores nas instalações, mas um projeto de fluxo de ar eficiente junto ao binômio animal-instalação.

Na tabela 3 abaixo se encontram os resultados a variação da transferência de calor convectivo com a velocidade (0,15 m.s<sup>-1</sup> e 3,3m.s<sup>-1</sup>) em diferentes orientações (90°, 45° e 0°) e turbulências (5%, 15% e 30%). (Li et al. 2016).

**Tabela 2.** A transferência de calor convectivo (W/m<sup>2</sup>.K-1) em diferentes velocidades com diferentes intensidades de turbulência e diferentes orientações.

|              | 0,15m.s <sup>-1</sup> |      |      | 3,3m.s <sup>-1</sup> |       |       |
|--------------|-----------------------|------|------|----------------------|-------|-------|
|              | 5%                    | 15%  | 30%  | 5%                   | 15%   | 30%   |
| <b>90°</b>   | 2,66                  | 2,80 | 2,90 | 20,38                | 24,63 | 26,42 |
| <b>45°</b>   | 2,28                  | 2,33 | 2,36 | 17,02                | 19,38 | 21,20 |
| <b>0°</b>    | 1,77                  | 1,85 | 1,92 | 14,71                | 16,38 | 18,21 |
| <b>Média</b> | 2,24                  | 2,33 | 2,39 | 17,37                | 20,13 | 21,94 |

Adaptado de Li et al. 2016.

Por outro lado, os trabalhos tem demonstrado que o peso dos suínos não tem influência significativa na transferência de calor convectivo, Li et al (2018). Já área de superfície, a diferença de temperatura entre a pele do animal e o meio ambiente (T) e o coeficiente de transferência de calor convectivo são os três fatores de maior influencia na transferência de calor por convecção.

Na tabela 3 abaixo estão apresentados os resultados encontrados por Li et al. 2018 correlacionando a variação do coeficiente convectivo com animais de tamanhos diferentes e a velocidade do ar.

**Tabela 3.** Coeficiente de transferência de calor convectivo ( $W.m^{-2}.K^{-1}$ ) em diferentes velocidades de ar selecionas, com animais de diferentes tamanhos.

|              | Velocidades do ar ( $m.s^{-1}$ ) |      |       |       |       |
|--------------|----------------------------------|------|-------|-------|-------|
|              | 0,2                              | 0,4  | 0,6   | 0,8   | 1,0   |
| <b>30 kg</b> | 4,47                             | 6,83 | 9,20  | 11,57 | 13,93 |
| <b>50 kg</b> | 4,83                             | 7,49 | 10,16 | 12,82 | 15,48 |
| <b>80 kg</b> | 4,59                             | 7,25 | 9,91  | 12,57 | 15,23 |
| <b>Média</b> | 4,63                             | 7,19 | 9,74  | 12,29 | 14,84 |

Adaptado de Li et al. 2018.

Para um sistema de ventilação mecânica, nas diferentes fases de criação, Harnon, cita as recomendações da MWPS-8 (Mechanical Ventilation Systems for Livestock Housing), cujos os valores podem ser observados na tabela 4.

**Tabela 4.** Recomendações de taxas de ventilação para instalações para suínos.

| <b>Animal</b>       | <b>Peso (kg)</b> | <b>Taxa climas frios, <math>m^3/h/cabeça</math></b> | <b>Taxas climas amenos, <math>m^3/h/cabeça</math></b> | <b>Tacas climas quentes, <math>m^3/h/cabeça</math></b> |
|---------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Porca com leitegada | 181              | 34                                                  | 136                                                   | 850                                                    |
| Creche 1            | 5.5 - 14         | 3,5                                                 | 17                                                    | 42                                                     |
| Creche 2            | 14 - 35          | 5                                                   | 25                                                    | 60                                                     |
| Crescimento         | 35 - 68          | 12                                                  | 41                                                    | 127                                                    |
| Terminação          | 68 - 100         | 17                                                  | 60                                                    | 204                                                    |
| Porcas em gestação  | 147              | 20                                                  | 68                                                    | 255                                                    |
| Reprodutor/leitoas  | 181              | 24                                                  | 85                                                    | 510                                                    |

**Fonte:** MWPS-8 (Mechanical Ventilation Systems for Livestock Housing) Citado por: Jay Harmon, Ph.D, ISU.

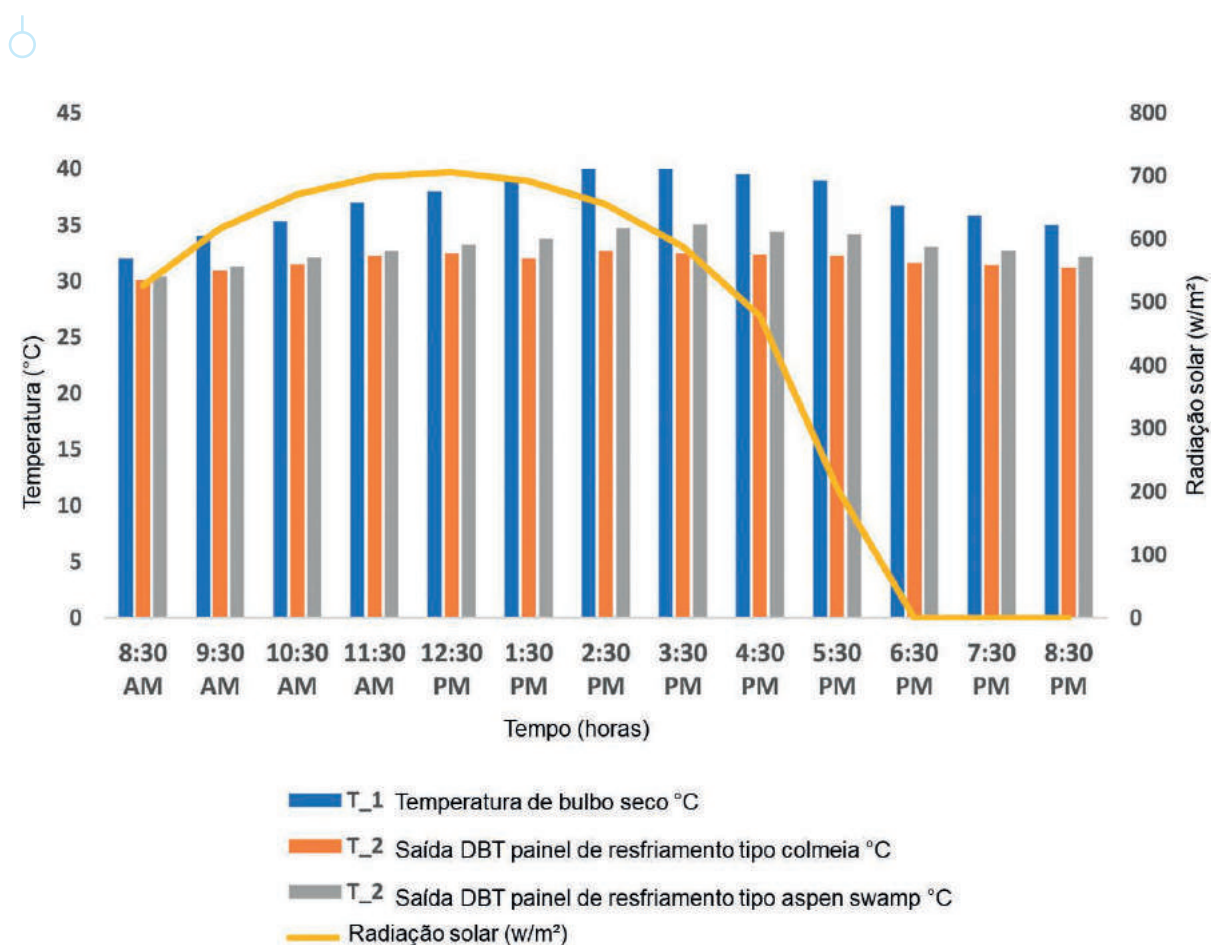
### 11.3.2. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo

Um modelo que pode ser aplicado na suinocultura seria o sistema de resfriamento evaporativo, um modelo bom para produções em climas quentes e áridos já que é um dos sistemas mais eficientes para resfriamento com baixo custo (Rong et al., 2017). O sistema consiste em que o ar quente do meio externo passe através do material umedecido e posteriormente ocorre a evaporação da água e a perda de calor do ar. Que de acordo com Rong et al. (2017) a melhor eficiência para resfriamento ocorre com o ar passando lentamente pelo sistema ( $0,25m.s^{-1}$ ). Já Pereira et al (2018) recomenda o uso de ventilação forçado associado com o uso de aspersores de neblina para suínos em trailers aguardando o transporte. Porém de acordo com Jackson et al. (2018) sistemas de produção por resfriamento evaporativo apresentam como desvantagem o problema dos bicos nebulizadores se apresentarem bloqueados resultando numa aspersão inadequada e num

sistema de resfriamento pouco eficiente, sendo necessária uma manutenção adequada e constante.

O sistema de resfriamento evaporativo se mostrou eficiente para promover o conforto térmico de humanos em casas e ambientes urbanos nos trabalhos de Chiesa et al. 2017, Guan et al. 2015 e Bishoyi & Sudhakar 2017, além de ter mostrado potencial uso por redução no custo de operação e promove a umidificação do ambiente. Bishoyi & Sudhakar 2017 compararam dois modelos de placas de resfriamento para o sistema o modelo colméia e o modelo Aspen swamp, sendo que a colmeia apresentou melhor eficiência de resfriamento como demonstrado no figura 6, porém, ambos requerem taxas de fluxo de massa adequadas de água para umedecer as superfícies.

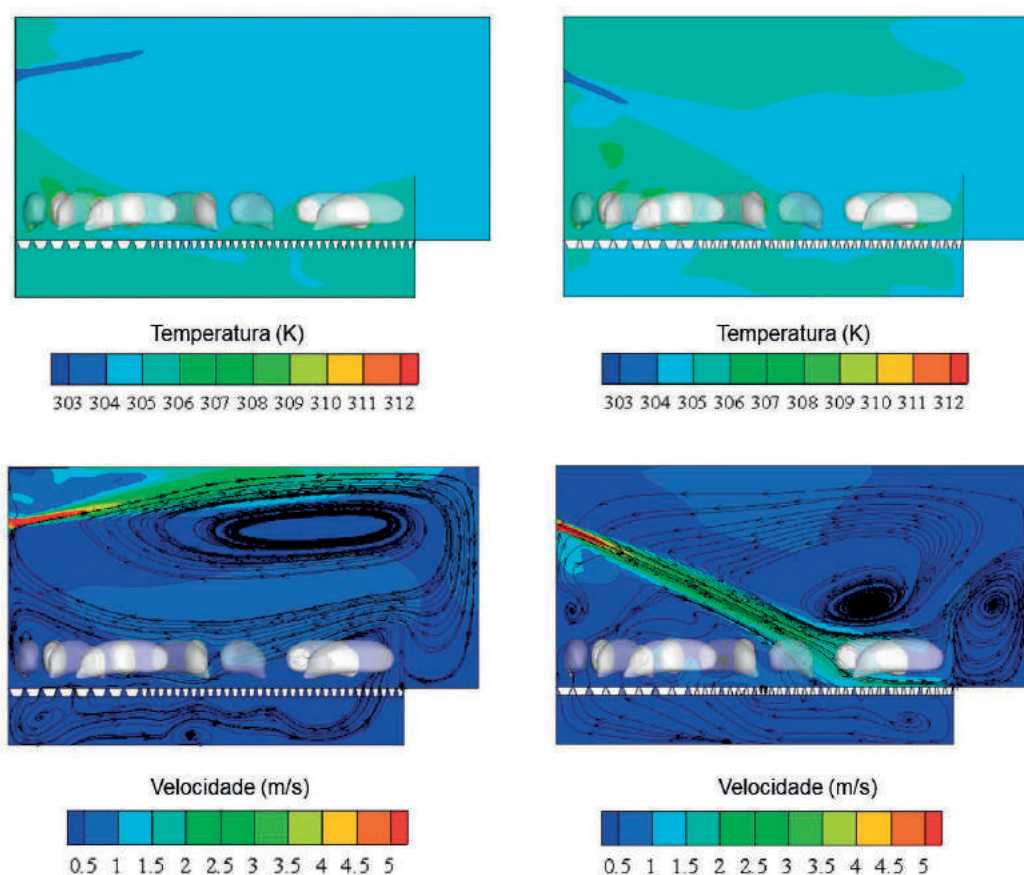
**Figura 6.** Variação temperatura de bulbo seco (ambiente, bloco colméia, bloco aspen swamp) e radiação solar com o tempo.



O conhecimento da troca de calor por convecção é necessário para um melhor controle dos sistemas de ventilação (Li et al. 2018), o que é útil para otimizar os sistemas de refrigeração se pode utilizar a fluidodinâmica computacional, que tem se mostrado uma tendência em diversos estudos apresentados (Gilkeson et al. 2016; Li et al. 2018; Li et al. 2016). A fluidodinâmica simula o complexo fluxo de ar dentro do ambiente para entender melhor as características de ventilação dentro da região (Gilkeson et al. 2016). Para exemplificar, abaixo temos uma imagem de fluidodinâmica computacional utilizada no trabalho de Li et al. 2018:



**Figura 7.** Contornos de temperatura no plano central com (A) entrada por cima ou (B) entrada por baixo; e os contornos de velocidade ao longo do plano central com (C) entrada por cima e (D) entrada por baixo.



É necessário o aperfeiçoamento de tecnologias já existentes como o sistema de resfriamento evaporativo e o sistema de ventilação associado com o uso de nebulizadores voltado para a suinocultura. Além disso, é necessário utilizar tecnologias que sejam capazes de avaliar com precisão esses sistemas como a fluidodinâmica computacional.

## 11.4. PARÂMETROS DE AMBIÊNCIA PARA SUÍNOS

### 11.4.1. Ambiência nos galpões de gestação

Não há evidências que condições frias inviabilizam a gestação e a produção. Porém, a perda de calor em função da temperatura, pode ser afetada pelo nível de arraçoamento, o tipo de piso e do galpão em que os animais são submetidos (Renaudeau, 2012).

Segundo Noblet et al., (1997), a produção de calor de fêmeas alojadas em grupos pode variar entre 2 a 2,5Kcal/Kg de peso metabólico ( $PV^{0,75}$ ) para cada grau Celsius de variação na temperatura ambiente, sendo que este valores podem oscilar de 3,6 a 4,3Kcal/ $PV^{0,75}/^{\circ}C$

quando do alojamento de fêmeas em gaiolas. Aqui já são ressaltadas as vantagens térmicas relacionadas a criação coletiva em relação as baias individuais.

A temperatura crítica inferior (TCI) para fêmeas gestantes é de 12,22°C, sendo que em temperaturas médias abaixo desta deve haver a compensação energética, para o aquecimento corporal, equivalente a 66,23 gramas de ração por dia a cada 1°C abaixo da TCI para fêmeas magras (142 Kg) e 38,10g de ração/dia/°C para fêmeas gordas (204 Kg), considerando um teor energético da dieta de 2900 Kcal de energia metabolizável por kg de ração, Holmes & Close, 1977; citado por Baker (2004).

Jones & Friday, (1996) descreveram que a temperatura efetiva ótima para fêmeas em gestação é de 15,5°C sendo o limite crítico inferior de 10°C e o superior de 21°C. Para esses autores, na faixa de temperatura ótima, fêmeas em gestação com peso vivo médio de 147 Kg produzem calor a uma taxa de 138 Kcal/hora. Adicionalmente, na faixa ótima de temperatura, a produção de umidade por fêmeas em gestação é em torno de 2,72 Kg de água/fêmea/dia (pisos compactos), 2,31 Kg de água/fêmea/dia (pisos parcialmente compactos) e 1,36 Kg de água/fêmea/dia (totalmente ripados). Essas informações apesar de antigas evidenciam a importância do tipo de instalação no balanço de calor das porcas gestantes, no conteúdo de umidade do ambiente construído e na importância dos sistemas de climatização do ambiente, sejam eles para dissipar o calor ou promover o efeito evaporativo do vapor d'água existente no interior das instalações.

A ventilação, tanto natural quanto mecânica, tem como objetivo promover a troca gasosa, provendo o ar de boa qualidade, reduzir os impactos do estresse térmico (efeitos da temperatura e umidade relativa do ar) sobre os animais em confinamento, assim como remover o calor gerado internamente.

Harmon (1999) citando, MWPS-8 (Mechanical Ventilation Systems for Livestock), estabeleceu as exigências de fluxo de ventilação para porcas gestantes, de acordo com a tabela 5, abaixo. Nessa tabela é notória a importância de uma ventilação mínima e higiênica no período mais frio e a necessidade explícita de uma ventilação eficiente nos verões quentes.

**Tabela 5.** Fluxos de ventilação para porcas gestantes de acordo com MWPS-8 (Mechanical Ventilation Systems for Livestock)

| <b>Caracterização Climática</b> | <b>Fluxos de ar, (m<sup>3</sup>/hora/fêmea)</b> |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| Clima Frio                      | 24                                              |
| Clima Ameno                     | 85                                              |
| Clima Quente                    | 510                                             |

## 11.4.2. Ambiência nos galpões de maternidade

Fêmeas em lactação são menos susceptíveis ao estresse térmico pelo frio que ao estresse térmico pelo calor, ou seja, as temperaturas efetivas abaixo da temperatura crítica inferior (TCI) não impactam o desempenho zootécnico na mesma intensidade que quando das temperaturas efetivas superiores a temperatura crítica superior (TCS). A TCI de fêmeas em lactação é de 12°C (Black et al., 1993) e a TCS é de 27°C (Quiniou & Noblet, 1999).

Acredita-se que um dos grandes problemas da suinocultura em países tropicais é oriundo das maternidades em que numa mesma área praticamente temos duas exigências térmicas tão discrepantes, ou seja, as matrizes e os leitões, animais adultos e animais jovens (Silva,

1999). A fase de maternidade apresenta um grande desafio em termos de manejo, pois em uma mesma sala, há categorias de diferentes sensibilidades à temperatura, ou seja, em uma mesma instalação permanecem fêmeas em lactação e leitões lactentes. Leitões recém-nascidos entre 1 a 2 dias de vida possuem a TCI de 30 a 34°C, respectivamente, segundo Berthon et al. 1994, valores estes que excedem a TCS da fêmea lactante. Portanto, os manejos de ambiência, visando o controle da temperatura e umidade relativa por meio dos mecanismos de controle, incluindo os sistemas de ventilação, devem considerar a característica da instalação.

Os efeitos de condições térmicas fora da zona de termoneutralidade (zonas de conforto animal) são os mais variados em fêmeas lactantes, desde o consumo de ração, até a reprodução. Normalmente, fêmeas em lactação podem reduzir o consumo em uma taxa de 645 Kcal de energia metabolizável por dia a cada grau Celsius entre 16°C a 32°C de temperatura efetiva. Com isso, há uma redução de nutrientes que resulta em uma redução do peso da leitegada de 50 gramas/dia/°C ao desmame e uma perda de peso materno de 0,046 Kg/°C (Renaudeau, 2012). Além disso, Prunier et al., 1996 relatou que o estresse térmico pode resultar em um déficit energético e, conseqüentemente, em perdas reprodutivas.

Ainda, Vanderhaeghe et al. 2010 relataram que temperaturas acima de 22°C no pré-parto resultaram em um aumento significativo na incidência de natimortos. Este fato também foi, reportado por Yang et al. 1996 e Renaudeau et al. 2003. Além disso, Herpin et al. 1996 relataram um aumento da duração do parto em função da temperatura ambiente. Ao parto, é válido salientar o grande estresse pelo frio sofrido pelos leitões sendo que estavam no útero da fêmea com uma temperatura média de 38 a 40°C e ao nascerem em geral são expostos um ambiente de 20 a 22°C, dependendo da região, essas variações podem ser ainda maiores.

Sabe-se que leitões neonatos têm dificuldade de manter a temperatura devido à falta de pêlos, gordura subcutânea e por nascerem úmidos pelos fluídos fetais, Kammersgaard et al. (2011). Esta hipotermia neonatal afeta a ingestão de colostro (Le Dividich et al. 1998), aumenta a demanda energética das reservas corporais de glicogênio e gordura. Devido a baixa disponibilidade de gordura, a principal reserva energética é o glicogênio hepático e muscular esquelético (Mellor e Cockburn, 1986).

Existe um aumento da capacidade de isolamento térmico do leitão pelo aumento da taxa de acúmulo de gordura perineal e, conseqüentemente, há uma redução da TCI e da suscetibilidade ao estresse por frio (Renaudeau, 2012).

Noblet et al., (2001) descreveram a necessidade de uma fonte de calor suplementar aos leitões como forma de reduzir a demanda metabólica extra para termorregulação. Além disso, é importante salientar que o peso vivo de leitões ao desmame sempre é correlacionado com a produção de leite da porca e conseqüentemente aos níveis de consumo de ração, dessa forma, um bom ambiente para fêmea torna-se de grande importância.

Quando se fala dos parâmetros de ambiência para galpões de maternidade, obrigatoriamente deve-se pensar nas necessidades térmicas tanto das fêmeas como dos leitões. As taxas de ventilação preconizadas para galpões de maternidade variam em função do clima da região e apresenta uma variação em relação as referências científicas. **(Tabela 6).**

**Tabela 6.** Relação de fluxos de ventilação recomendados pela literatura para fêmeas com diferentes tamanhos.

|                          | <b>Fluxos de ventilação<br/>(m<sup>3</sup>/hora/fêmea)</b> | <b>Referência</b>     |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Porcas com 180Kg</b>  |                                                            |                       |
| Climas Frios,            | 34                                                         | MVS, by Harmon (1999) |
| Climas Amenos            | 136                                                        | MVS, by Harmon (1999) |
| Climas Quentes           | 850                                                        | MVS, by Harmon (1999) |
| <b>Porcas com 150 Kg</b> |                                                            |                       |
| Climas Frios             | 19,9                                                       | DIN 18910, Alemanha.  |
| Climas Quentes           | 159                                                        | DIN 18910, Alemanha.  |
| <b>Porcas com 250 Kg</b> |                                                            |                       |
| Climas Frios             | 24,9                                                       | DIN 18910, Alemanha.  |
| Climas Quentes           | 244                                                        | DIN 18910, Alemanha.  |

Fonte: Autores do capítulo, baseando-se nas referências citadas.

As exigências de ventilação variam em função do tipo de piso, além do clima regional, principalmente para o estabelecimento das taxas de ventilação mínimas. De acordo com Jones & Friday, da Extension Agricultural Engineers, Purdue University, os fluxos de ar de acordo com o tipo de piso podem ser: 17, 29 e 34m<sup>3</sup>/hora/gaiola em pisos compactos, parcialmente ou totalmente ripados para climas frios respectivamente. Além disso, as taxas de ventilação para climas amenos e quentes são de 136 e 552m<sup>3</sup>/hora/gaiola, respectivamente.

Nessas colocações realizadas até o momento, é importante avaliar as diferenças dos fluxos de ar entre os climas frios e quentes, e entre os diferentes tipos de pisos e tamanho das porcas lactantes. Porém, mesmo que se atendam as exigências de troca de ar em m<sup>3</sup>/hora/gaiola, é fundamental que se entenda que, mesmo estando dentro das zonas de termoneutralidade, os animais sofrem o efeito do vento. A velocidade de vento resultante deve ser considerada em função dos aspectos geométricos e do fluxo da ar planejado, que pode ser descrito como o número de trocas de ar na estrutura, m<sup>3</sup>/hora ou CFM (Pé cúbico por minuto).

Esses aspectos influenciam diretamente no tipo de projeto de climatização de uma maternidade, sistema de condução do fluxo de ar, se túnel de vento longitudinal ou transversale disposição dos ventiladores e/ou exaustores. Pois se sabe que, com o mesmo poder de exaustão (m<sup>3</sup>/hora), se os exaustores estiverem dispostos transversalmente ou longitudinalmente a eficiência da ventilação será diferente. Esse fato deve-se às perdas de carga existentes no volume de ar a ser movimentado/removido e à secção transversal ao túnel de vento. Deve-se considerar nessas situações a distância percorrida pelo fluxo de ar em toda a estrutura.

Os efeitos da velocidade de vento sobre os animais é um fator importante a ser considerado em projetos de ventilação mecânica na fase de maternidade, justamente pela maior sensibilidade térmica dos leitões jovens. O conceito de temperatura efetiva, que é a temperatura que efetivamente está sendo sentida pelo animal é, dentre outros, descrito por Baker (2004), pondera que os suínos respondem aos seus ambientes térmicos resultando em variações de desempenho zootécnico e manifestação de doenças. Portanto, a temperatura do ar é apenas um dos fatores que determina o nível de conforto dos animais, porém, o conceito de conforto deverá sempre ser associado ao conjuntos de valores de temperatura e umidade relativa do ambiente. Quando se associam essas variáveis climáticas pode-se determinar a quantidade de calor existente no ar, que chamamos de "entalpia" ( kJ/ Kg ar de seco ou Kcal/Kg ar de seco). Quanto maior a entalpia, maior a quantidade de calor existente no ar, dessa forma para leitões quanto maior a entalpia, melhor o conforto

desses animais, ao contrário das matrizes que necessitam de um ambiente com menor quantidade de calor, ou seja, com menor entalpia.

### 11.4.3. Ambiência em galpões de creche

O período pós desmame, especificamente de 3 a 4 semanas de idade, é uma fase de mudanças de ambiente, consumo e composição de dieta, padrões digestivos, de metabolismo e de isolamento térmico próprio dos leitões (Le Dividich e Herpin, 1994). Além disso, a ocorrência do baixo consumo de ração resulta em um aumento das exigências térmicas (Le Dividich, 1999) onde, em leitões em torno de 28 dias de idade, a temperatura crítica inferior pode variar de 27°C, quando do alojamento em grupo (Kovacs e Rafai, 1973), a 30°C quando do alojamento individual (Rinaldo e Le Dividich, 1991).

Na fase de creche, após o período de 2 semanas de alojamento, já pode haver uma redução na temperatura da sala de 2 a 3°C a cada semana (Renaudeau, 2012). Ou seja, a fase de creche é um período que há uma alta variação entre as temperaturas críticas inferiores (TCI) e superiores (TCS), onde se faz necessário atender as exigências de leitões jovens, com TCI em torno de 28-30°C, e leitões com idade mais elevada, com TCI de 19 e TCS de 30°C (Holmes e Close, 1977).

As exigências térmicas para a fase de creche são baseadas em temperaturas constantes em 24 horas (ASAE Standards 1999; Wellock et al. 2003). Porém, desvios nas condições ótimas podem ser atenuados com comportamentos termorregulatórios ou respostas metabólicas criando um micro ambiente confortável, sendo que os animais lidam com as variações de ambiente por meio de adaptações fisiológicas, modificações de comportamento e respostas metabólicas para manter a homeostase (Verstegen et al. 1986; Young et al. 1989; Berthon et al. 1994).

Suínos em crescimento normalmente são alojados em grupos de baias, tanto em criações com sítios distintos como em creches, recrias e terminações, quanto em sistemas de alojamento da desmama ao abate em apenas um sítio. O fato dos animais estarem alojados em grupos facilita a observação do comportamento animal a fim de criar inferências sobre a temperatura efetiva em que os animais estão submetidos.

Com relação ao comportamento dos animais, vale enfatizar que suínos preferem temperaturas mais baixas e escolhem permanecerem perto uns dos outros, comportamento este mais frequente durante a noite do que o dia (McCracken e Caldwell 1980; Kemp et al. 1990; Lemay et al. 2001). O amontoamento dos animais quando dormido, permite a redução da perda de calor e da sensibilidade a temperaturas mais baixas durante a noite (Henken et al. 1993). Portanto, baseando-se nas características comportamentais, leitões podem tolerar temperaturas abaixo da TCI durante a noite sem efeitos negativos no desempenho (Brumm et al. 1985; Brumm e Shelton 1988, 1991). De qualquer forma, deve-se sempre considerar as condições mais próximas das ideais, dentro da zona de termoneutralidade dos animais.

As taxas de ventilação preconizadas para a creche variam em função da idade/peso vivo, tipo de instalação, recursos de aquecimento disponíveis e temperatura efetiva desejada em cada semana de alojamento na fase. As taxas de ventilação mínimas são de 3,4 m³/hora/leitão para leitões de 5 a 11 Kg de peso vivo; 3,7; 4,4; 4,9 e 5,6 m³/hora/leitão para leitões de 14, 19, 23 e 28 kg, respectivamente. (Guia de crescimento, Agrocere PIC 2015). Além disso, a taxa de ventilação quando em ambientes amenos é de 17 m³/hora/leitão de 5,5 a 14 Kg e de 25 m³/hora/leitão de 14 a 35 Kg e, para ambientes quentes, a exigência é de 42 e 60 m³/hora/leitão de 5,5 a 14 Kg e de 14 a 35 kg, respectivamente (MWPS-8 - Mechanical Ventilation Systems for Livestock).

#### 11.4.4. Ambiência nos galpões de recria e terminação

A conversão alimentar varia em função do nível de consumo de ração e energia metabolizável, das exigências de manutenção e da eficiência na qual a energia metabolizável consumida acima da manutenção é utilizada para crescimento (Renaudeau, 2012). Animais em sistemas de arraçãoamento *Ad Libitum*, variam o consumo de energia que, direta ou indiretamente afeta a deposição energética em função da temperatura ambiente, sendo que os animais refletem o estresse térmico, por frio ou calor, com mudanças em consumo no período de 3 a 6 dias após o evento estressor.

Suínos em crescimento são mais susceptíveis ao estresse térmico pelo calor devido a baixa capacidade de dissipação, que é relacionada com a superfície, peso vivo do animal e com a maior espessura de toucinho (Renaudeau, 2012). Feddes et al., 1988 e Renaudeau et al., 2006 relataram que suínos mantidos em ambientes quentes com temperaturas cíclicas ao longo do dia alteram o comportamento de consumo de ração se alimentando em períodos mais frescos do dia. Além disso, Quiniou et al., 2000, reportaram que pode haver uma compensação do consumo em suínos de terminação se a variação de temperatura não exceder 1,5°C. Deve-se considerar que valores para um país tropical como o Brasil são praticamente muito comuns, pois dependendo da região temos variações acima de 6 a 10°C.

Existem relatos que há um aumento da produção de calor por suínos em crescimento ao longo do tempo, por estimativas de vários autores existe um incremento na produção de calor por suínos de 50 Kg em 62% de 1936 a 2002 e de 78% de aumento em suínos de 100 Kg no mesmo período (Brown-Brandl et al., 2004). Com isso, devemos considerar os mecanismos de troca de calor realizados pelos suínos a fim de maximizar a dissipação desta quantidade de calor produzida, sendo que, de 5 a 10% do calor é dissipado por contato com o piso, 30% da dissipação pode ser realizada por convecção forçada, 20% por convecção natural e 40% da perda de calor é realizada por evaporação (Jacobson, 2011). De acordo com esse autor é evidente a eficiência da perda de calor promovida pelo resfriamento adiabático evaporativo (40%), que considera a umidade do ar, temperatura e ventilação.

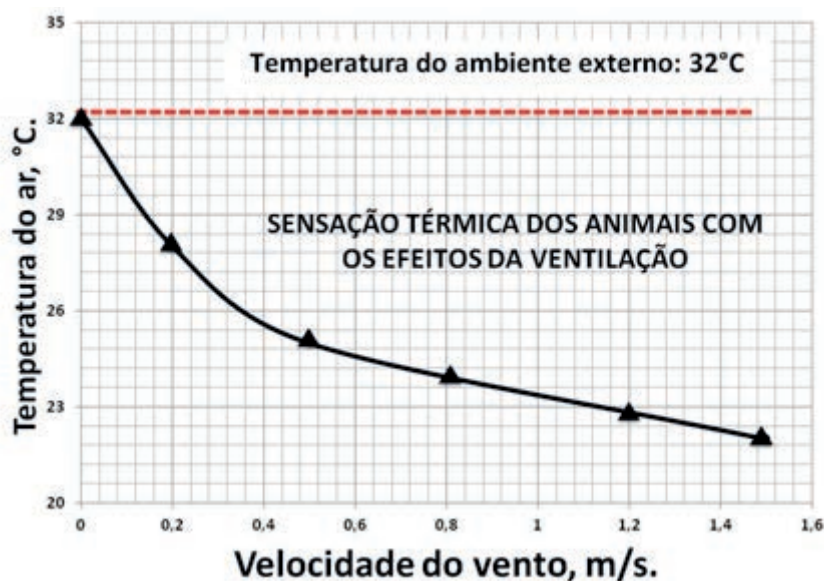
As taxas de ventilação mínima para suínos em crescimento/terminação também variam em função da idade/peso vivo, onde suínos de 28 a 45 Kg exigem uma taxa de ventilação mínima de 7 m<sup>3</sup>/hora/suíno, suínos de 50 a 70 Kg exigem 11 m<sup>3</sup>/hora/suíno, suínos de 78 a 98 Kg exigem 15m<sup>3</sup>/hora/suíno e 104 a 135 Kg exigem 20 m<sup>3</sup>/hora/suíno (Guia de crescimento, Agrocere PIC 2015). As taxas de ventilação para climas amenos são de 40m<sup>3</sup>/hora/suíno para suínos de 35 a 68 Kg e de 60m<sup>3</sup>/hora/suíno para suínos de 68 a 100 Kg. Além disso, as taxas de ventilação para climas quentes são de 127m<sup>3</sup>/hora/suíno de 35 a 68 Kg e de 204 m<sup>3</sup>/hora/suíno para animais de 68 a 100 Kg (MWPS-8 - Mechanical Ventilation Systems for Livestock).

Para a concepção de projetos de climatização de instalações de suínos em crescimento/terminação, é importante que no dimensionamento dos exaustores se considere as dimensões do galpão, sentido da ventilação, se transversal ou longitudinal, recomendando-se que em sistemas de ventilação longitudinal tipo túnel a velocidade do vento seja 1,5 a 2 m/s, não excedendo esses valores.

McFarlane (2000) revisou os efeitos da velocidade do vento sobre os animais em crescimento e, de acordo com Mount (1975), ponderou que a temperatura efetiva é -4°C quando da velocidade vento de 0,2m/s, -7°C da velocidade de 0,5 e -10°C quando da velocidade de vento de 1,5 m/s. O efeito da temperatura efetiva sentida pelos animais em função da velocidade do vento para a fase de terminação pode ser observado na figura abaixo.



**Figura 8.** Efeito da velocidade do vento na redução da temperatura efetiva sentida por suínos em terminação. Adaptação: Mount, 1975.



Ainda, Bjerg et al., 2017, relatou que o aumento da velocidade de vento ajuda a mitigar o estresse por calor, porém, existem incertezas de quão efetivo é este efeito quando a temperatura do ar se aproxima da temperatura da pele do animal e que, a equação de temperatura efetiva para animais em crescimento é em função da temperatura, umidade, velocidade e turbulência do ar.

## 11.5. ASPECTOS PRÁTICOS DE CONTROLE DA AMBIÊNCIA.

Quando pensamos em ambiência animal, duas palavras deverão compor todas as nossas atenções. Trata-se do ISOLAMENTO e VENTILAÇÃO.

O isolamento especificamente esta relacionado aos materiais de construção principalmente os telhados, que são responsáveis por 70% da carga térmica de radiação que chega à estrutura de criação animal. Portanto, esses devem ser bons refletores e/ou isolantes. Nessa visão pode-se considerar as pinturas externas com tintas refletivas, o uso de forros dos mais diversos materiais, considerando sempre a relação custo benefício do investimento.

Já os sistemas de ventilação, tanto natural como artificial/mecânica, tem o objetivo de promover um ambiente próprio para a produção animal com a conservação do calor no inverno e minimização do calor no verão (Harmon et al., 2012). Com isso, os parâmetros de ambiência devem ser o foco em qualquer avaliação, sendo eles a temperatura do ambiente desejada para a categoria e/ou faixa etária avaliada, a temperatura efetiva ou sensação térmica dos animais (medida também pelo termômetro de globo negro) juntamente com a avaliação do comportamento animal, umidade relativa e qualidade do ar. Lembrando-se sempre da quantidade de calor existente no ar, já discutido nesse capítulo, quando mencionamos os valores de entalpia.



Os parâmetros desejáveis para instalação de suínos, segundo MWPS (2001), além da temperatura efetiva por categoria e/ou faixa etária, são de 60% de umidade relativa do ar, limites não superiores a 2500 ppm de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), 10 ppm de amônia ( $\text{NH}_3$ ), 1 ppm de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Além disso, NPB (2010) reportou que níveis de 25 ppm de  $\text{NH}_3$  são valores mais frequentes em galpões com fosso. Portanto, existem pequenas variações quanto a tipologia dos galpões.

Em instalações com ventilação mecânica, a ventilação mínima tem o objetivo de manter a umidade relativa e o nível interno de gases, dentro ou abaixo dos limites aceitáveis.

Deve ser avaliado em instalações com ventilação mecânica a pressão estática de operação do galpão, que dependerá do volume de ar a ser movimentado e das características da construção. A pressão estática influencia diretamente na eficiência dos exaustores, sendo que poderá ocorrer uma redução de 50% da eficiência dos exaustores se a operação estiver acima das especificações do fabricante. Na prática, em avaliações de campo, frequentemente existem dificuldades em medir as perdas de carga (pressão) nas instalações, que são medidas por barômetros, tubos de pitot. Nesses casos, a medida da velocidade do ar nas entradas do sistema de ventilação do galpão e na saída, é um indicador direto da eficiência do sistema.

As entradas de ar em um sistema de ventilação forçada podem ocorrer pelos "inlets" ou pelas aberturas das cortinas de maneira automática (manejo de cortinas). Assim, para a manutenção dos níveis de pressão estática dentro da normalidade, os controladores regulam as aberturas para que os exaustores trabalhem de maneira eficiente. Isso também é resultado de uma vedação eficiente, o que garante a eficácia do sistema de ventilação. Nas avaliações desses sistemas é importante verificar a velocidade de ar nas entradas, sendo preconizado os valores de velocidade de ar de 3 a 5,1 m/s (MWPS, 1990).

Para o cálculo da eficiência da ventilação, pode-se realizar a aferição da velocidade do vento por meio da entrada de ar e multiplicá-la pela área de abertura da mesma, que no caso da cortina é o comprimento da cortina pelo o tamanho da abertura da mesma e, no caso dos "inlets" é a área de abertura de cada multiplicado pelo número de "inlets" em operação. Dessa forma quando se multiplica a velocidade de vento pela área de abertura estima-se o volume de ar que entra na instalação. Nesse contexto deve-se comparar se o mesmo atende a necessidade da categoria animal alojada em  $\text{m}^3/\text{hora}/\text{suíno}$ .

A capacidade de troca de ar por "inlets" depende da capacidade e do número dos mesmos contemplados no projeto. Normalmente, se houver uma boa capacidade de isolamento térmico dos galpões, as entradas de ar por "inlets" são preconizadas em climas mais frios para que, à medida que a ventilação evolua em suas etapas, não incida vento direto sob os animais, melhorando o conforto animal. Em termos médios do que é encontrado a campo, "inlets" com abertura por pressão estática tem a capacidade de um fluxo de 3400  $\text{m}^3/\text{hora}$ , seguidos de 4600 e 6800  $\text{m}^3/\text{hora}$  para "inlets" de regulação por pesos e "inlets" com regulação de abertura automática, respectivamente. Em instalações de creche e/ou terminação, pode-se trabalhar com um fluxo de 34 a 50  $\text{m}^3/\text{hora}/\text{suíno}$  por "inlets" (Hoff et al., 2009), sendo que Brumm et al., 2000 reportaram a capacidade de 60  $\text{m}^3/\text{hora}/\text{suíno}$  e, em construções mais modernas, Dagget (2011) reportou um fluxo de ar de 63 a 70  $\text{m}^3/\text{hora}/\text{suíno}$ .

É importante salientar que, o conceito de entrada de ar, é o mesmo para regulação da abertura da cortina e pelos "inlets". Esses por sua vez, diferem totalmente do dimensionamento para a utilização de placas evaporativas, onde o processo térmico é outro, pois envolve transferência de calor e massa.

Quanto aos ajustes de temperatura, é importante ponderar que a temperatura de "setpoint", ou temperatura desejada, é a temperatura de referência na qual o conjunto de equipamentos (exaustores, aquecedores, ventiladores, nebulizadores, placas evaporativas,

etc.) irão atuar referenciados pelos controladores, conforme descrito na tabela 7. A esse conjunto, sensores, controladores e atuadores, voltados para o controle da ambiência de um galpão, chamaram de componentes da ambiência de precisão. Para o acionamento (in/on) desse sistema, modelos matemáticos são desenvolvidos para cada vez mais, se tenha uma eficiência do controle do ambiente.

**Tabela 7.** Recomendações para as temperaturas desejadas (setpoint) e taxas de troca de ar, para cada idade animal, de acordo com as suas exigências.

| <b>Dias de alojamento</b> | <b>Peso (Kg)</b> | <b>Temp. Desejada C°</b> | <b>Temp. Desejada C° (Inverno)</b> | <b>Temp. Desejada C° (Verão)</b> | <b>Trocas de ar m³/hora (mínima)</b> |
|---------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1                         | 5                | 27                       | 28                                 | 27                               | 3,4                                  |
| 8                         | 7                | 26                       | 27                                 | 26                               | 3,4                                  |
| 15                        | 9                | 26                       | 27                                 | 25                               | 3,4                                  |
| 22                        | 11               | 26                       | 27                                 | 25                               | 3,4                                  |
| 29                        | 14               | 25                       | 25                                 | 24                               | 3,7                                  |
| 36                        | 19               | 24                       | 24                                 | 23                               | 4,4                                  |
| 43                        | 23               | 22                       | 22                                 | 21                               | 4,9                                  |
| 50                        | 28               | 22                       | 22                                 | 21                               | 5,6                                  |
| 57                        | 33               | 21                       | 21                                 | 20                               | 6,6                                  |
| 64                        | 39               | 20                       | 20                                 | 19                               | 7,6                                  |
| 71                        | 45               | 19                       | 19                                 | 19                               | 8,7                                  |
| 78                        | 51               | 19                       | 19                                 | 19                               | 9,2                                  |
| 85                        | 58               | 18                       | 18                                 | 18                               | 10,0                                 |
| 92                        | 64               | 18                       | 18                                 | 18                               | 11,2                                 |
| 99                        | 71               | 17                       | 17                                 | 16                               | 12,1                                 |
| 106                       | 78               | 17                       | 17                                 | 16                               | 13,3                                 |
| 113                       | 84               | 16                       | 16                                 | 15                               | 14,4                                 |
| 120                       | 91               | 16                       | 16                                 | 15                               | 15,6                                 |
| 127                       | 98               | 16                       | 16                                 | 15                               | 16,8                                 |
| 134                       | 104              | 16                       | 16                                 | 15                               | 18,0                                 |
| 141                       | 110              | 16                       | 16                                 | 15                               | 19,0                                 |
| 148                       | 117              | 16                       | 16                                 | 15                               | 20,2                                 |
| 155                       | 123              | 16                       | 16                                 | 15                               | 21,4                                 |
| 162                       | 139              | 16                       | 16                                 | 15                               | 22,6                                 |
| 169                       | 135              | 16                       | 16                                 | 15                               | 23,6                                 |
| 176                       | 141              | 16                       | 16                                 | 15                               | 24,8                                 |

Fonte: Guia de crescimento, Agrocere PIC 2015

Neste conceito, é importante que o responsável pelo ajuste de ventilação considere a velocidade de vento gerada por cada etapa de ventilação, a exigência de temperatura da categoria animal e/ou a faixa etária animal e o clima da região para determinar o diferencial de temperatura na qual o aquecedor, exaustores de mínima, etapas de ventilação, aspersões e/ou placas evaporativa vão trabalhar considerando a sensação térmica, ou temperatura efetiva dos animais.

## 11.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a importância da suinocultura para o Brasil e a crescente demanda desse setor por novas tecnologias principalmente no aspecto de conforto térmico. Já que apesar de suínos serem homeotérmicos e apresentarem uma faixa onde sua produção é maximizada, além dos ganhos para o bem-estar animal, carecemos de tecnologias específicas para essa garantir a manutenção do conforto térmico desses animais para o nosso clima.

Neste capítulo foi possível observar que uma forma de troca de calor que tem sido muito utilizada para conforto térmico para os suínos é a convecção, principalmente por meio de técnicas de ventilação, que também precisam ser aperfeiçoadas.

Várias tecnologias têm sido utilizadas para a resolução dos problemas da ambiência na produção de suínos. Dentre os princípios básicos, relacionam-se aqueles em que os animais são considerados biossensores, atuando diretamente nas respostas nos sistemas e nas tomadas de decisão. Dentre eles podem-se citar sistemas para a detecção de uma situação de estresse térmico pela vocalização, aplicativos capazes de determinar o conforto térmico, ou até mesmo o desenvolvimento de uma instalação para suínos, completamente, remodelada em função do clima local (Jackson et al. 2018)

Precisamos romper com o modelo tradicional de produção e criar um modelo de instalação voltado para o conforto térmico, sustentáveis, porém, precisam ser adaptáveis no dia a dia da suinocultura e na realidade brasileira.

## 11.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório anual 2018. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> > Acesso em: 22/10/18

BAÊTA, F. C. E SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais, conforto animal. 2ªed – Viçosa, MG. Ed. UFV, 2010. 269p.

BAKER, John E. Effective environmental temperature. J. Swine Health Production, v. 12, n. 3, p. 140-143, 2004.

BBC. O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>. Acesso em: 30/10/18.

BISHOYI, D.; SUDHAKAR, K.. Experimental performance of a direct evaporative cooler in composite climate of India. Energy and Buildings. 2017. 153: 190-200.

BORGES, G.. Vocalização de suínos em grupos sob diferentes condições térmicas. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 91p. 2013.

CAMPOS, P.H.R.F.; Responses physiologiques et zootekniques a la chaleur en interation avec le statut inflammatoire chez le porc in croissance. Thesis Docteur. Université Européenne de Bretagne. 2014. 174p.

CHIESA, G.; HUBERMAN, N.; PEARLMUTTER, D.; GROSSO, M.. Summer discomfort reduction by direct evaporative cooling in Southern Mediterranean areas. *Energy Procedia*. 2017. 111: 588 – 598.

CORDEIRO, A. F. S.; NÄÄS, I. A.; LEITÃO, F. S.; ALMEIDA, A. C. M.; MOURA, D.J.. Use of vocalisation to identify sex, age, and distress in pig production. *Biosystems engineering* 2018. 173: 57-63.

COUNCIL DIRECTIVE (91/630/CEE). Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0630&from=PT> > Acesso em: 22/04/19.

COUNCIL DIRECTIVE (2001/88/CE). Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0088&from=PT> > Acesso em: 22/04/19.

COUNCIL DIRECTIVE (2008/120/CE). Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0120&from=EN> > Acesso em: 22/04/19.

DONG, H., ZHONG, Y., LIU, F., YANG, K., YU, J., XU, J.,. Regulating effects and mechanisms of Chinese medicine decoction on growth and gut hormone expression in heat stressed pigs. *Livest. Sci.* 2012. 143, 77-84.

FERRARI, S.; COSTA, A.; GUARINO, M.; Heat stress assessment by swine related vocalizations. *Livestock Science*. 2013. 151: 29-34.

GILKESON, C.A.; THOMPSON, H.M.; WILSON, M.C.T.; GASKELL, P.H.. Quantifying passive ventilation within small livestock trailers using Computational Fluid Dynamics. *Computers and Eletronics in Agriculture*. 2016. 124: 84-99

GUAN, L; BENNETT, M.; BELL, J.. Evaluating the potential use of direct evaporative cooling in Australia. *Energy and Buildings*. 2015. 108: 185-194.

HOLMES, C. W. et al. Nutrition and the climatic environment. London: Butterworths, p. 51, 1977.

JACKSON, P.; GUY, J.H.; STURM, B.; BULL, S.; EDWARDS, S.A.. An innovative concept building designin corporating passive technology to improve resource efficiency and welfare of finishing pigs. *Biosystems Engineering*. 2018. 174: 190-203

KROMMWEH, M.S.; RÖSMANN, P.; BÜSCHER, W.. Investigation of heating and cooling potential of a modular housing system for fattening pigs with integrated geothermal heat exchanger. *Biosystems Engineering*. 2014. 121: 118-129

LEAL, P.M.; NÄÄS, I. de A.. *Ambiência animal*. In: CORTEZ, L.B.; MAGALHÃES, P.S.G. *Introdução à engenharia agrícola*. Campinas: Editora da Unicamp. 1992. 121 – 137

LI, H.; RONG, L.; ZHANG, G.. Numerical study on the convective heat transfer of fattening pig in groups in a mechanical ventilated pig house. *Computers and Eletronics in Agriculture*. 2018. 149: 90-100

LI, H.; RONG, L.; ZHANG, G.. Study on convective heat transfer from pig models by CFD in a virtual wind tunnel. *Computers and Eletronics in Agriculture*. 2016. 123: 203 – 210

LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.R.P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P.C.; VILELA, J.A.; COSTA, O.A.D.. *Abate Humanitário de Suínos – Steps Melhorando o bem-estar animal no abate*. Rio de Janeiro: WSPA. 2010. 132 p.

MIDWEST PLAN SERVICE. *Swine Housing and Equipment Handbook*. Midwest Plan Service, 1983.

NÄÄS, I. de A.; JUSTINO, E. *Sistemas de climatização paricial e total em granjas de suínos*. In: Ferreira, A. H., Carraro, B., Dallanora, D., Machado, G., Machado, I. P., Pinheiro, R., & Rohr, S. *Produção de suínos: Teoria e prática*. Assoc. Bras. Criadores Suínos, Brasília. 2014.

NOBLET, J. et al. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 10, p. 2708-2714, 1997.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.J.; SOUZA, S.R.L.; CRUZ, V.F.; VICENTIN, T.A.; GLAVINA, A.S.G.. Development of an android APP to calculate thermal comfort indexes on animals and people. *Computers and Eletronics in Agriculture*. 2018. 151: 175-184

PEREIRA, T.L.; TITTOA, E.A.L.; CONTEB,,S.; DEVILLERS, N.; SOMMAVILLA, R.; DIESEL, T.; DALLA COSTA, F.A.; GUAY, F.; FRIENDSHIP, R.; CROWE, T.; FAUCITANO, L.. Application of a ventilation fan-misting bank on pigs kept in a stationary trailer before unloading: Effects on trailer microclimate, and pig behaviour and physiological response. *Livestock Science*. 2018. 216: 67 – 74

- RENAUDEAU, David; GILBERT, Hélène; NOBLET, Jean. Effect of climatic environment on feed efficiency in swine. In: Feed efficiency in swine. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2012. p. 183-21
- RONG, L; BJERG, B; ZHANG, G.. Assessment of modeling slatted floor as porous medium for prediction of ammonia emissions – Scaled pig barns. Computers and Electronics in Agriculture. 2015. 117: 234- 244
- RONG, L; PEDERSEN, P; JENSEN, T. L; MORSING, S; ZHANG, G. Dynamic performance of an evaporative cooling pad investigated in a wind tunnel for application in hot and arid climate. Biosystems Engineering 2017. 156: 173 – 182
- ROBINSON, N. E. Seção IX: Homeostasia In: KLEIN, B. G.. Cunningham tratado de Fisiologia Veterinária. Rio de Janeiro: Elsevier. 5ª edição. 2014. Cap 9. p.559-567
- ROPPE, L. Evolução do mercado mundial de suínos nos últimos 30 anos. Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos. In: Ferreira, A. H., Carraro, B., Dallanora, D., Machado, G., Machado, I. P., Pinheiro, R., & Rohr, S.. Produção de suínos: Teoria e prática. Assoc. Bras. Criadores Suínos, Brasília. 2014.
- ROSS, J.W., HALE, B.J., GABLER, N.K., RHOADS, R.P., KEATING, A.F., BAUMGARD, L.H., Physiological consequences of heat stress in pigs. Anim. Prod. Sci. 2015. 55: 1381-1390
- SILVA, I. J. O. da. Ambiente e Qualidade na Produção Industrial de Suínos. Piracicaba: FEALQ. 1999. 247p.
- ST-PIERRE, N.R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G.. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. J. Dairy Sci. 2003. 86: E52 – E77
- KLAUS, Schwab; MIRANDA, D. M. A quarta revolução industrial. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. 160p.
- XIE, Q.; JI-QIN, N.; ZHONGBIN, S.. Fuzzy comprehensive evaluation of multiple environmental factors for swine building assessment and control. Journal of Hazardous Materials. 2017. 340: 463-471
- XIN, H.; ZHANG, X.; SUN, D.; ZHANG, C.; HAO, Y.; GU, X.. Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. Journal of Thermal Biology. 2018. 77: 122-130



# CAPÍTULO 12 – ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM SUINOCULTURA

**Autores:** FOPPA, L., PIEROZAN, C.R., CALDAS, E.D., MICHELON, A.

**Contato:** lufoppa@yahoo.com.br

**Figura 1.** Sistema de alojamento de suínos sobre cama sobreposta, uma alternativa de enriquecimento ambiental.

**Crédito:** acervo pessoal dos autores



## 12.1. INTRODUÇÃO

Em favor da eficiência econômica, os sistemas modernos de produção animal frequentemente consistem de instalações simples e monótonas, com pouca ou nenhuma oportunidade para que os animais expressem comportamentos inatos (VANHEUKELOM et al., 2012). Entretanto, o suíno doméstico permanece com a necessidade de demonstrar comportamentos exploratórios. Neste sentido, o enriquecimento ambiental é uma estratégia importante para viabilizar esse tipo de comportamento.

A pesquisadora Newberry (1995) define "enriquecimento ambiental" como transformações nos ambientes de confinamento que são favoráveis às funções biológicas dos animais. Porém, o termo é muito mais abrangente do que oferecer "algo extra" para os animais. É imprescindível que o enriquecimento ofertado estimule e permita a expressão de comportamentos inatos dos suínos (BRACKE, 2017). Conceitualmente, todas as modificações do ambiente de confinamento como a instalação de ventiladores, lâminas d'água e gotejadores podem ser enquadrados como enriquecimento ambiental. Contudo, no seu sentido mais restrito e empregado na literatura científica, o termo refere-se ao provimento de substratos orgânicos (ex. palha, casca de arroz) oferecidos no chão em grandes quantidades e dos popularmente denominados "brinquedos", ambos disponibilizados



no ambiente onde os animais estão alojados, seja em uma baia, seja em uma cela. Os "brinquedos" são objetos colocados suspensos em alguns locais específicos (ex. uma corrente pendurada na divisória de uma baia), ou soltos no ambiente (ex. um galão de plástico livre no chão). São caracterizados por apresentar tamanho limitado e geralmente não permitir acesso simultâneo por todos os animais do grupo.

Para atender as finalidades do enriquecimento, inúmeras práticas podem ser realizadas, permitindo o uso da criatividade para o aproveitamento dos materiais disponíveis na granja para confecção do enriquecimento. Todavia, um erro comum nas tentativas de prover enriquecimento ambiental para os animais é fornecer "brinquedos", música ou outros estímulos com pouca relevância funcional para os indivíduos (NEWBERRY, 1995).

Na comunidade europeia, a Diretiva 2008/120/CE estabeleceu, desde janeiro de 2016, que seus países membros forneçam materiais de enriquecimento para os suínos de todas as idades (Conselho da União Europeia, 2008). No Brasil, a legislação sobre o bem-estar dos animais ainda é abstrata e pouco aplicável (DIAS et al., 2018; PERINI, 2017). Na ausência de regulamentações federais (PIEROZAN, DIAS e SILVA, 2017a; VON KEYSERLINGK e HÖTZEL, 2015), os produtores brasileiros podem optar por enriquecimentos mais econômicos e práticos, como objetos duráveis, que nem sempre atendem as necessidades comportamentais dos animais (HORBACK et al., 2016).

Os objetivos primordiais da utilização de enriquecimento ambiental são: 1) aumentar a expressão de comportamentos inatos à espécie; 2) reduzir a incidência de comportamentos nocivos ao bem-estar; 3) diminuir o nível de stress gerado pelo ambiente de confinamento. Neste sentido, o enriquecimento ambiental deve promover o comportamento específico das espécies, mantendo e/ou melhorando a condição sanitária dos animais e, ao mesmo tempo, deve ser viável econômica e operacionalmente aos produtores (VAN DE WEERD et al., 2009). É possível que, ao estimular o comportamento investigativo dos suínos, essa ferramenta possa reduzir os comportamentos associados ao medo, inclusive ao medo dos seres humanos, tornando os animais mais adaptados às rotinas de manejo da granja (SARUBBI, 2014).

Ao passo que novas pesquisas surgem desenvolvendo e avaliando sistemas alternativos de alojamento na busca de soluções para os problemas de bem-estar de suínos, também é necessário analisar outras estratégias que possam amenizar o estado afetivo negativo proporcionado pelos ambientes contemporâneos de confinamento. Embora o objetivo deste capítulo seja apresentar os benefícios do uso do enriquecimento ambiental na suinocultura, essa estratégia não deve ser considerada como uma solução geral dos problemas de bem-estar dos suínos. Ou seja, essa ferramenta é um meio pelo qual se pode melhorar sua condição de vida, mas sempre será necessário considerar que o efeito benéfico do enriquecimento será dependente da interação com demais aspectos relacionados ao animal e ao ambiente.

## 12.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS E PROPRIEDADES DESEJÁVEIS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

Estabelecer padrões e práticas apropriadas de enriquecimento ambiental é um desafio, especialmente na suinocultura. A eficácia de um objeto de enriquecimento pode ser observada pela sua capacidade de redirecionar comportamentos indesejáveis e anormais (ex. agressão e estereotípias) para a expressão de comportamentos inatos à espécie. As estereotípias são um tipo de comportamento anormal, caracterizado pela repetição de condutas sem função aparente e que está relacionada ao bem-estar comprometido

(CHAPINAL et al., 2010). Um exemplo típico de estereotípia é o ato da matriz de morder continuamente as barras da cela de gestação. A expressão desse e de outros comportamentos anormais está associada a ambientes físicos e sociais enfadonhos (BARNET et al., 2001), que ocasionam no animal um estado de estresse e frustração.

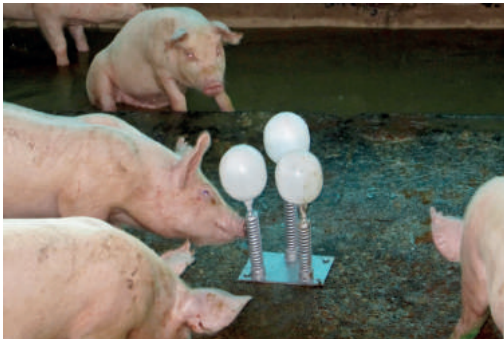
Para a correta utilização de materiais de enriquecimento, o produtor, técnico ou colaborador deve possuir alguns conhecimentos sobre o comportamento específico da espécie. Suínos são animais onívoros e, sob condições naturais, passam muito tempo explorando o ambiente à procura de alimento (STUDNITZ et al., 2007). Eles também possuem alto grau de curiosidade e um vasto repertório comportamental, desenvolvendo ações de olhar, cheirar, lambear, fugir e mastigar objetos (de ASSIS MAIA et al., 2013).

Caso os materiais ofertados não sejam adequados às necessidades comportamentais dos suínos, estes podem ficar ainda mais estressados e frustrados. Embora ainda não haja padrões bem definidos para a utilização de enriquecimento, a União Europeia recomenda que essa estratégia, seja na forma de objeto ou de substrato, possua características e seja fornecida de forma a respeitar algumas propriedades (ver **Tabela 1** a seguir). Além disso, a União Europeia classifica os diferentes tipos de enriquecimento ambiental em três categorias de acordo com a sua aptidão (ver **Quadro 1** a seguir).

**Tabela 1.** Propriedades que os materiais de enriquecimento devem possuir e como devem ser fornecidos. **Fonte:** elaborado a partir de informações da Comissão Europeia (2016a).

| Propriedade                                   | Considerações                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quais características devem possuir?          |                                                                                                                                                                                                                           |
| Ser seguros                                   | Em hipótese alguma, o enriquecimento deve comprometer a saúde dos animais                                                                                                                                                 |
| Ser comestíveis                               | Potencial de serem comidos ou cheirados e/ou apresentar odor e sabor agradáveis. De preferência, que possuam benefícios nutricionais/digestivos                                                                           |
| Ser mastigáveis                               | Potencial de serem mordidos. Ex: madeiras verdes ou cordas de fibras naturais                                                                                                                                             |
| Ser investigáveis                             | Potencial de serem escavados com o focinho. Ex: serragem ou turfa                                                                                                                                                         |
| Ser manipuláveis                              | Potencial de modificar seu lugar, aspecto e estrutura. Ex: composto de cogumelo                                                                                                                                           |
| Como devem ser fornecidos?                    |                                                                                                                                                                                                                           |
| A fim de provocar um interesse sustentável    | É necessário substituir/renovar regularmente os materiais ao longo do tempo para manter o "fator novidade". Deve-se privilegiar o fornecimento de pequenas quantidades em detrimento de grandes quantidades de uma só vez |
| Com possibilidade de ser manipulado oralmente | Todos os suínos devem ter acesso ao material. Quanto mais próximos ao piso os materiais forem colocados, melhor                                                                                                           |
| Em quantidade suficiente                      | Um enriquecimento de qualidade disponibilizado em quantidades insuficientes gera competição, o que pode desencadear agressões                                                                                             |
| Limpos                                        | Os materiais ofertados podem se tornar sujos quando fornecidos diretamente sobre o piso. Os suínos perdem o interesse em materiais sujos com excrementos                                                                  |

**Quadro 1.** Categorias de materiais de enriquecimento ambiental conforme suas características. Fonte: elaborado a partir de informações de Comissão Europeia (2016a). **Créditos:** primeira imagem cedida por Cleandro Pazinato Dias; demais imagens acervo pessoal dos autores.

| Classificação      | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ótimos             | <p>Possuem todas as características desejáveis. Podem ser utilizados sozinhos.</p>                                                                                                                                           |
| Sub-ótimos         | <p>Contemplam a maioria das características desejáveis, mas não todas. Devem ser utilizados em combinação com outros materiais. Exemplos: casca de arroz, areia, cordas.</p>                                                |
| Interesse marginal | <p>Proporcionam distração aos animais, entretanto não satisfazem todos os requisitos essenciais. Devem ser fornecidos junto com materiais ótimos e sub-ótimos. Exemplos: correntes metálicas, brinquedos de plástico.</p>  |

Além das propriedades desejáveis, a escolha dos objetos de enriquecimento deve levar em consideração o tipo de instalações no galpão, o custo do material, a facilidade de limpeza, a mão de obra imposta pelo seu uso e a quantidade de material a ser fornecida (MENCH et al., 2010). É importante ofertar enriquecimentos em quantidade suficiente para possibilitar que mais animais se envolvam simultaneamente com os materiais ofertados, evitando disputas pelos brinquedos (HORBACK et al., 2016) ou pelo substrato.

Dessa forma, além de melhorar o bem-estar dos animais, para que um determinado tipo de enriquecimento ambiental seja viável e desperte o real interesse do produtor ele deve ser sanitária e ambientalmente correto, de fácil manejo e reposição, com durabilidade alta, de preferência ter potencial para melhorar o desempenho dos animais e ser suficientemente barato.

## 12.3. ESTUDOS CIENTÍFICOS E APLICAÇÕES PRÁTICAS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM SUINOCULTURA

Por ser considerada uma boa ferramenta para a promoção do BEA (Bem-Estar Animal), diversos tipos de enriquecimento ambiental vêm sendo pesquisados a fim de determinar seus efeitos sobre o comportamento, desempenho produtivo e reprodutivo e qualidade de carne e carcaça dos suínos. Entretanto, ainda há muitas lacunas que demandam mais investigações a fim de comprovar sua eficácia e viabilidades prática, operacional e financeira.

A avaliação do comportamento dos animais pode apresentar boas evidências da efetividade do enriquecimento sobre o BEA. As observações comportamentais podem incluir avaliações da frequência dos comportamentos normais, a frequência e gravidade das estereotípicas e comportamentos nocivos, bem como a frequência e gravidade dos comportamentos indesejáveis, como medo excessivo ou agressão (MENCH et al., 2010). De forma geral, a utilização de enriquecimento pode contribuir na redução da incidência de canibalismo de cauda (VALROS, et al., 2016; WALLGREN et al., 2016). Contudo, as causas primárias desse comportamento anormal deverão ser investigadas, uma vez que o enriquecimento por si só pode não ser suficiente para atenuar o problema.

Quanto aos efeitos sobre o desempenho, qualidade da carcaça e da carne, as pesquisas ainda resguardam certa inconsistência. Porém, estudos apontam melhorias em alguns desses parâmetros para suínos com acesso ao enriquecimento ambiental na forma de substratos (BEATTIE et al., 2000), e de objetos (MELLOTTI et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016). Suínos mantidos em ambientes enriquecidos com palha e turfa ao longo de suas vidas (21 semanas) apresentaram maior consumo de ração e ganho de peso, melhor conversão alimentar, maior peso vivo final e peso de carcaça, menores valores para perdas durante a cocção e para força de cisalhamento (BEATTIE et al., 2000).

Há um certo consenso entre os estudos de que materiais que são mais atrativos aos animais são aqueles com algum aroma, disponibilizados suspensos e que podem ser destruídos, mastigados e ingeridos sem causar problemas de saúde (BLACKSHAW et al., 1997; STUDNITZ et al. 2007; VAN DE WEERD et al., 2003). Todavia, perfazendo um caminho oposto ao indicado por grande parte das pesquisas e recomendações técnicas que alegam que objetos metálicos ou rígidos apresentam poucos benefícios significativos para o BEA (BPEX, 2010; BRACKE et al., 2006), relatos recentes sugerem que correntes metálicas podem ser consideradas ferramentas de enriquecimento interessantes desde que utilizadas de maneira apropriada.

Do inglês "branched-chain", as "correntes ramificadas" (tradução livre) são apresentadas como alternativa viável para a aplicação de enriquecimento, aliando benefícios no bem-estar de suínos com a durabilidade do material e, conseqüentemente, redução dos gastos. A proposta da "branched-chain" consiste em uma corrente disponibilizada verticalmente com sua extremidade apoiada no piso sólido e a adição de elos extras que as tornam mais compridas, possibilitando que o suíno interaja com o objeto tanto no chão quanto na altura do focinho (BRACKE, 2017).

**Figura 2.** Correntes de metal no modelo "branched-chain" (A). Suínos interagindo com o enriquecimento "branched-chain" (B).  
**Crédito:** cedido por Marc B. M. Bracke.



Dentre as vantagens apontadas pelos idealizadores, as correntes ramificadas facilitam a interação dos suínos com o objeto, independente do tamanho do animal. Além disso, permitem que os suínos tenham contato simultâneo com a corrente, promovendo benefícios sociais e a sincronização de comportamentos. Neste cenário, é possível também que os animais manipulem o objeto tanto em pé quanto deitados, viabilizando comportamentos investigatórios (BRACKE, 2017). Do ponto de vista econômico, a grande vantagem deste enriquecimento é a durabilidade. Por ser de material resistente, somente os últimos elos precisarão ser repostos em um intervalo de cinco a dez anos (BRACKE, 2017). Contudo, esse intervalo de tempo dependerá da espessura dos elos, da quantidade de correntes disponíveis na baia e, provavelmente, de outras características gerais das instalações e dos animais, como provimento de espaço, tamanho dos grupos, categoria e idade dos suínos.

A escolha dos objetos a serem utilizados como enriquecimento deve levar em consideração a idade do animal (DOCKING et al., 2008), pois esse é um dos fatores relacionados à sua capacidade de ser atrativo e de proporcionar seus benefícios ao suíno. Na sequência serão discutidos os estudos e aplicações dessa ferramenta de acordo com a fase da vida do animal na qual é disponibilizada.

### 12.3.1. Enriquecimento para matrizes suínas

Para matrizes suínas alojadas em grupos, informações sobre o uso do enriquecimento ainda são escassas (GREENWOOD et al., 2014), sobretudo no que diz respeito ao uso de "brinquedos". Com relação aos substratos, o fornecimento de palha para matrizes gestantes tem como objetivo, combinado ou não, de oferecer conforto físico durante o descanso, conforto térmico sob condições frias, de reduzir o comportamento estereotipado e agressivo, e de prover benefício alimentar devido ao fato de o material possuir valor nutritivo (BARNETT et al., 2001). Além disso, a sensação de fome crônica das matrizes



submetidas à restrição alimentar ao longo da gestação pode ser diminuída com o uso de substratos orgânicos utilizados como enriquecimento. A palha pode ser uma boa opção para reduzir essa sensação (MERLOT et al., 2016), além de contribuir para diminuir a expressão de comportamentos indesejáveis. A palha utilizada como cama na habitação em grupo também pode diminuir as injúrias de patas e aumentar a longevidade da matriz (SPOOLDER et al., 2009). O fornecimento de algum tipo de material volumoso na área de descanso de baias coletivas tem sido atribuído a menores frequências de mordeduras de vulva em matrizes mantidas em baias com sistema de alimentação eletrônica tipo túnel (BENCH et al., 2013). Além da palha, a silagem de milho pode estimular comportamentos exploratórios, reduzindo aqueles direcionados aos componentes da baia e aos demais suínos. A silagem caracteriza-se por ser mais heterogênea e nutritiva, tornando-se mais interessante do que a palha (JENSEN et al., 2010). A mistura de palha e silagem também é possível (JENSEN e PEDERSEN, 2007).

Alguns desafios do uso da palha como material de enriquecimento incluem o risco de introdução de patógenos, fatores econômicos e ambientais, altas temperaturas e o bloqueio do fluxo do sistema de manejo dos dejetos, indicando que a oferta desse tipo de enriquecimento é muitas vezes inviável na maioria dos sistemas de alojamento com pisos parcialmente ou totalmente ripados (GREENWOOD et al., 2014; HORBACK et al., 2016; SCOTT et al., 2009; SILVA et al., 2016). Contudo, para reduzir ou evitar esses problemas, o material para cama pode ser provido em situações em que as agressões têm mais probabilidade de ocorrer, como no momento da mistura de animais na baia (SPOOLDER et al., 2009). Outra opção para diminuir o risco de bloqueio do sistema de escoamento de dejetos em ambientes que utilizam piso ripado seria controlar o fornecimento do substrato oferecendo-o aos animais por meio de um dispensador suspenso (VAN DE WEERD et al., 2006).

### 12.3.2. Enriquecimento para leitões lactentes e na fase de creche

O desmame é um período estressante ao leitão. Este período geralmente está associado a problemas comportamentais, aumento da incidência de lesões de pele, perda de peso e alterações fisiológicas. Estudos sugerem que leitões que possuem contato prévio com enriquecimento ambiental apresentam maiores níveis de comportamento lúdico e redução no comportamento agressivo e no número de lesões no período pós-desmame (DONALDSON et al., 2002; DUDINK et al., 2006), tendo sua efetividade aumentada pelo uso de ferramentas cognitivas (de JONGE et al., 2008). Além dos benefícios supracitados, há evidências de que, no período pós-desmame, suínos mantidos em um ambiente enriquecido apresentam melhor desempenho cognitivo em relação aos mantidos em ambiente estéril (GRIMBERG-HENRICI et al., 2016).

O enriquecimento ambiental fornecido durante o período de maternidade pode amenizar os efeitos deletérios após o desmame, todavia é preciso evitar a mudança de leitões de um ambiente enriquecido para um ambiente não enriquecido, pois essa transição pode desencadear estresse (OOSTINDJER et al., 2014). Neste sentido, quando o enriquecimento é fornecido no período anterior ao desmame, também deve ser disponibilizado nas fases subsequentes (OOSTINDJER et al., 2014).

Os efeitos positivos do uso de enriquecimento ambiental parecem ser mais proeminentes para suínos recém-desmamados (SARUBBI, 2014). A utilização de enriquecimento ambiental pode ser eficaz na mitigação de brigas e comportamentos agressivos oriundos da mistura de animais quando leitões são transferidos da maternidade para a creche (NOWICKI e

KLOCEK, 2012). É provável que os níveis de agressão diminuam pelo redirecionamento do comportamento agressivo para a interação com o enriquecimento (NEWBERRY, 1995). Contudo, caso o número de objetos oferecidos seja insuficiente, isso pode desencadear competição pelo recurso (DOCKING et al., 2008; ELMORE et al., 2011), favorecendo a incidência de agressões (ELMORE et al., 2011). Portanto, é necessária a inclusão de objetos em quantidade suficiente nas baias para permitir o uso simultâneo por um grupo de animais.

Evidências apontam que, sem prejudicar o desempenho dos animais, o fornecimento de objetos suspensos e/ou de substratos incentiva o comportamento lúdico de leitões com efeito positivo ao bem-estar dos neonatos e redução da resposta ao estresse durante o período pós desmame (YANG et al., 2018).

Estudos recentes indicam que fornecer enriquecimento ambiental para os animais pode atenuar a reatividade ao estresse, despontando como nova abordagem para aliviar a dor e o desconforto durante procedimentos estressantes realizados em leitões neonatos (BACKUS e MCGLONE, 2018). Tais resultados, porém, ainda carecem de mais consistência.

O enriquecimento também pode ser eficaz em reduzir a severidade de doenças infecciosas. Um estudo sugere que leitões que passaram a lactação e o período de creche em ambientes enriquecidos foram menos propensos a desenvolver sinais clínicos da co-infecção pelos patógenos envolvidos na síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos ("Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome" - PRRS) e por *Actinobacillus pleuropneumoniae* (VAN DIXHOORN et al., 2016).

### 12.3.3. Enriquecimento para suínos em crescimento e terminação

Materiais de enriquecimento têm sido avaliados quanto à sua capacidade de diminuir lesões gástricas e de pele em suínos em crescimento e terminação. A disponibilidade de palha como cama durante o período de terminação reduziu a ocorrência de lesões gástricas em comparação com ambiente sem enriquecimento (BOLHUIS et al., 2006). Toras de madeira (10 cm de diâmetro por 1 metro de comprimento) ou blocos comestíveis formulados com cereais, forragem e co-produtos vegetais não foram eficientes em reduzir a prevalência e severidade de lesões gástricas, no corpo e na cauda de suínos em crescimento e terminação. Além disso, esses materiais não afetaram a qualidade da carne e da carcaça dos animais (VITALI et al., 2018), tampouco o desempenho (consumo diário de ração, ganho de peso diário, conversão alimentar e peso) e o bem-estar de forma geral (NANNONI et al., 2018). É importante ressaltar que o efeito desses materiais foi comparado a um grupo de suínos mantido em ambiente com correntes de metal suspensas, não em ambiente sem qualquer tipo de material a ser explorado - situação esta que poderia oferecer resultados diferentes..

Vários estudos indicam que disponibilizar palha para suínos pode diminuir a incidência de comportamento social prejudicial e indesejável, incluindo a caudofagia (DAY et al., 2008; VAN DE WEERD et al., 2006; VAN DE WEERD e DAY, 2009) e as agressões (DAY et al., 2008; GREENWOOD et al., 2014). Os efeitos da presença desse substrato se fazem mais notórios no início do período de crescimento/terminação, pois, devido à mudança abrupta de ambiente, há maior potencial para que esses comportamentos ocorram (DAY et al., 2008). Em grupos pequenos, de seis animais em terminação, observou-se que todos os suínos direcionarão seu comportamento de forma sincronizada ao material caso este possibilite o acesso simultâneo. Por outro lado, se o acesso for restrito, seu comportamento será direcionado a estruturas da baia (ZWICKER et al., 2015).



Certos objetos também podem promover diminuição do tempo despendido em comportamentos indesejáveis, como interações sociais negativas (AVERÓS et al., 2010). Suínos em crescimento e terminação mantidos em baias com pedaços cilíndricos de madeira (6-10 cm de diâmetro e 35 cm de comprimento) suspensos despenderam mais tempo em interações sociais positivas e tiveram menores incidências de caudofagia e comportamento agressivo em relação aos animais mantidos em baias sem enriquecimento (CORNALE et al., 2015). Não houve diferença para os níveis de corticosteróides nas fezes - indicador hormonal de estresse. Contudo, há estudos que retratam ausência de efeitos positivos sobre variáveis de bem-estar (ex. claudicação, lesões severas na cauda e no corpo) quando apenas objetos são fornecidos como enriquecimento a suínos em terminação (PANDOLFI et al., 2017). Por outro lado, o uso exclusivo de substratos nessa fase tem sido associado a menores prevalências de claudicação, de lesões severas na cauda e de suínos requerendo transferência para a baia hospital da granja (PANDOLFI et al., 2017).

A provisão de substrato no ambiente de confinamento se mostra eficaz para entreter o suíno, evitando que este direcione seu comportamento para outro animal ou para algum equipamento ou estrutura do ambiente. Porém, o tipo e a quantidade de substrato, e o método de oferta irão influenciar a resposta comportamental. Serragem fina ou grossa disponibilizada em uma calha inicialmente foi atrativa aos suínos. Contudo, sua textura relativamente seca e composição uniforme pode ter comprometido sua atratividade com o passar do tempo (GUY et al., 2013). Outro estudo verificou que, dentre cinco tipos de enriquecimento, a palha foi a mais exitosa em ocupar os animais e em prevenir a caudofagia severa, quando oferecida à vontade, de modo a servir de cama aos suínos (VAN DE WEERD et al., 2006).

**Figura 3.** A casca de arroz pode diminuir comportamentos indesejados e favorecer aqueles inatos à espécie. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Em locais onde não é possível oferecer palha em grandes quantidades, objetos como dispensadores de substrato parecem ser bons substitutos (VAN DE WEERD et al., 2006). Cordas de sisal também demonstraram ser objetos que atraem a atenção de suínos em crescimento por um período maior de tempo, em comparação à serragem fina ou grossa disponibilizada em calha e correntes de metal suspensas (GUY et al., 2013).

Também já foram observados efeitos positivos do enriquecimento durante o manejo pré-abate. Suínos que possuíam experiência prévia com objetos se mostraram menos reativos ao manejo pré-abate, facilitando sua movimentação durante o carregamento (GRANDIN, 1996).

## 12.4. ESTRATÉGIAS PARA INCENTIVAR A ATENÇÃO E PROLONGAR O INTERESSE DO SUÍNO PELOS MATERIAIS OFERTADOS

Na prática, é comum verificar que os enriquecimentos atrativos são aqueles com menor durabilidade, o que pode encarecer o custo de produção uma vez que a reposição será mais frequente. Acredita-se que, por esse motivo, o uso de materiais destrutíveis em granjas comerciais seja reduzido (BRACKE, 2017). Estudos apontam que os suínos se habituem rapidamente aos objetos ofertados (GUY et al., 2013; VAN DE WEERD et al., 2003) e, desta forma, o enriquecimento deixa de cumprir seu propósito como ferramenta de melhoria do BEA. Sendo assim, um dos grandes desafios na aplicação do enriquecimento ambiental é fazer com que o objeto não perca sua atratividade e possa proporcionar bons resultados a longo prazo.

A forma de apresentação dos objetos e a mudança periódica do tipo de enriquecimento ofertado são fatores que podem influenciar no seu sucesso ou fracasso em manter a atenção do suíno. Nesse sentido, brinquedos fixos e suspensos mostram-se mais interessantes ao longo tempo (BLACKSHAW et al. 1997; SCOTT et al., 2009), enquanto objetos ofertados livres no chão perdem seu potencial de atratividade ao se tornarem sujos. Diversificar o tipo de enriquecimento e o material também pode ser uma estratégia para manter o interesse dos animais com o passar do tempo (BPEX, 2010).

**Figura 4.** Objetos oferecidos no chão podem ficar sujos por fezes, tornando-se pouco atrativos aos suínos. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Uma das vertentes utilizadas para prolongar o tempo de interesse dos animais pelos objetos é utilizar recursos auditivos, olfativos, gustativos, cognitivos e visuais. Por serem animais inteligentes e com alta capacidade de aprendizado, aguçar os sentidos dos suínos pode representar uma estratégia valiosa para prolongar a aceitação dos objetos.

O olfato é, notoriamente, um dos sentidos de maior relevância para os suínos. Em condições naturais, essa espécie utiliza o olfato para procurar alimento, detectar predadores e demarcar território (FLETCHER et al., 1990). Os leitões utilizam o olfato para identificar suas mães e sua posição nos tetos. Além disso, informações olfativas atuam como base de reconhecimento individual (CURTIS et al., 2001) e desempenham papel importante na reprodução (SIGNORET et al., 1975).

Dessa forma, para prolongar o interesse em objetos e mitigar comportamentos indesejáveis podem ser utilizados enriquecimentos aromatizados. Estudos demonstram a preferência de suínos por aromas naturais, como solo úmido, grama e cogumelos (NOWICKI et al. 2015), em comparação a aromas artificiais. Neste estudo, os autores verificaram que a disponibilização de objetos aromatizados e mastigáveis pode reduzir a duração de comportamentos agonísticos oriundos da mistura de leitões.

**Figura 5.** Objeto confeccionado com cano de PVC, mangueiras plásticas e corda de sisal (no interior das mangueiras) embebidas com aroma de cravo. Aromas artificiais podem atrair ou repelir a atenção dos suínos aos objetos de enriquecimento. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



A utilização de cama de palha aromatizada com lavanda em caminhões proporcionou melhores condições durante o transporte de suínos ao frigorífico, reduzindo a incidência e a severidade dos enjoos (BRADSHAW et al., 1998). O uso de feromônios maternos na creche proporcionou redução de comportamentos agressivos durante o reagrupamento de animais (WELLS, 2009).

A música é um recurso utilizado em granjas de forma empírica, com o intuito de deixar os animais mais calmos, mais adaptados aos manejos e, conseqüentemente, reduzir as perdas em produtividade (SARUBBI, 2014). Porém, ainda é limitado o conhecimento sobre os reais impactos dos sons na produção animal. Considerando seus bons efeitos, relatados por produtores na prática, a utilização de música como forma de enriquecimento ambiental

na suinocultura é uma área a ser desenvolvida. Além disso, pode representar uma forma de contribuir para o bem-estar dos funcionários da granja.

Há evidências de que os efeitos negativos do desmame podem ser minimizados caso os leitões sejam expostos à música antes do desmame (de JONGE et al., 2008). Outros relatos apontam que matrizes suínas expostas a músicas clássicas apresentaram, durante diversos momentos, menor valor de frequência respiratória, maior ocorrência de comportamentos positivos e menores expressões de estereotípias e de interações agonísticas na presença de humanos (SILVA et al., 2017).

Como salientado por Newberry (1995), a maioria dos estudos que abordam os benefícios da música sobre o bem-estar dos animais carece de relevância biológica e comportamental. Como consequência, não é possível interpretar adequadamente esses resultados. Pesquisadores sugerem que características como estilo, frequência, velocidade da música, tempo, ritmo e tonalidade interferem na relevância da música como enriquecimento (ALWORTH e BUERKLE, 2013).

Embora apresentem resultados ainda pouco consistentes e menos promissores em relação a outras estratégias, estímulos visuais (diferentes cores) também são pesquisados com o objetivo de melhorar a atratividade dos objetos de enriquecimento. Acredita-se que os suínos tenham visão de cores dicromática (JANKEVICIUS e WIDOWSKI, 2003). Sendo assim, objetos de diferentes cores poderiam atrair mais seu interesse. Os animais dessa espécie possuem olhos grandes com cones (células do olho) fotorreceptores (NEITZ e JACOBS, 1989), sendo seu sistema ocular bem desenvolvido e capaz de diferenciar cores, embora ainda não esteja comprovado quais cores conseguem identificar (NEITZ e JACOBS, 1989; TANIDA et al., 1991). Ao utilizar o mesmo objeto com diferentes cores (azul, amarelo e vermelho), Foppa et al. (2018) não observaram diferenças no número de acessos e no tempo de interação com os objetos de cores diferentes. Estes resultados sugerem que, provavelmente, demais estímulos sensoriais, como o olfato, sejam mais estimulantes para a espécie.

## 12.5. APLICAÇÕES EM GRANJAS COMERCIAIS BRASILEIRAS

Um estudo<sup>3</sup> transversal realizado entre março e maio de 2018 promoveu um levantamento sobre o conhecimento e a utilização de enriquecimento ambiental em granjas comerciais brasileiras. Foram entrevistadas 1.324 pessoas, proprietários (75,1%) ou colaboradores (24,9%) das granjas, que forneceram dados de 1.340 explorações - alguns entrevistados proveram dados de mais de uma exploração. Foram avaliadas unidades de terminação (81,1%), reprodução (10,2%), reprodução e creche (5,4%), creche (3,2%) e creche e terminação ("wean to finish") (0,1%). Os resultados obtidos no estudo são passíveis de uma análise crítica e podem agregar valor à discussão anterior.

Do total de entrevistados, 51,7% afirmaram saber o que é enriquecimento ambiental e 48,3% não sabiam o significado do termo. Grande parte das granjas (89,1%) já faz uso de algum material de enriquecimento ambiental, mesmo que os proprietários/colaboradores não saibam o que significa o termo. Ou seja, a utilização desta ferramenta já é uma realidade brasileira. Além disso, foi possível perceber que, salvo exceções, os entrevistados mostraram-se interessados em receber mais conhecimentos e orientações sobre o assunto (97,8%) e apresentam uma visão otimista (92,4%) sobre a utilização desta metodologia, assinalando que acreditam que o enriquecimento propicia algum benefício aos animais ou aos manejos empregados na granja.

---

<sup>3</sup>Dados não publicados

Ainda que grande parte das granjas utilize algum tipo de enriquecimento, deve ser levado em consideração que muitas delas podem empregar essa ferramenta somente em algumas baias. Um estudo conduzido em 46 granjas de crescimento e terminação de suínos no Brasil identificou que, embora 70% das granjas avaliadas dispusesse de enriquecimento, apenas 13% do total de baias dessas granjas realmente possuía algum tipo de artefato (PIEROZAN, DIAS e SILVA, 2017b).

Os motivos apontados pelos entrevistados que justificavam o uso do enriquecimento ambiental em suas granjas foram: evitar brigas (46,3%); prevenir/diminuir canibalismo (23,3%); evitar que os animais defequem e/ou urinem em local inadequado (16,2%); prover entretenimento/divertimento ao animal (12,3%); interesse pessoal (0,8%); exigência (0,7%); outros (0,4%). Percebe-se que, mesmo sem a informação científica sobre o tema, os entrevistados notam na prática que as estratégias de enriquecimento ambiental podem colaborar na redução das agressões e de outros comportamentos indesejáveis, como o canibalismo.

Além de seu entendimento individual sobre o assunto por meio da experiência prática, a percepção dos produtores sobre as questões de BEA é influenciada também pelos profissionais que prestam assistência técnica e pela pressão da sociedade e do mercado consumidor (KILIÇ e BOZKURT, 2013). Além disso, existe uma preocupação dos produtores em relação ao custo adicional, à competitividade no mercado e ao alcance dos padrões de qualidade dos produtos (KAUPPINEN et al., 2012).

O levantamento realizado nas granjas brasileiras indicou também que o principal motivo para que grande parte dos entrevistados não utilize enriquecimento ambiental é o aumento do custo de produção (39,6%), o fato de não possuir conhecimento suficiente sobre o tema (31,3%) e a dificuldade em obter os materiais (21,3%). A falta de conhecimento suficiente sobre o tema expõe uma possível área a ser trabalhada pelos profissionais de BEA e técnicos ligados à cadeia produtiva, que poderiam difundir informações sobre essa ferramenta para os produtores e colaboradores visando ao aumento da utilização e uso correto do enriquecimento. Contudo, a questão econômica associada à dificuldade em se obter materiais são as principais causas de se abdicar do enriquecimento. Portanto, sugere-se que pesquisas futuras sejam voltadas a formular alternativas economicamente viáveis e acessíveis.

Uma das questões mais relevantes quando consideramos a implementação de qualquer medida em favor do BEA nas granjas, incluindo o uso do enriquecimento ambiental, é a desconfiança dos produtores em relação à viabilidade econômica em implementá-la (BOCK e VAN HUIK, 2007). Atualmente no Brasil ainda não há diferenciação de preços de produtos oriundos de sistemas que implementam medidas específicas de bem-estar, como no caso do enriquecimento. Neste cenário, há apenas investimento a mais em custo de objetos e tempo necessário para realizar os novos manejos, o que pode tornar a atividade pouco atrativa aos produtores. Além disso, muitos produtores se sentem incompreendidos e, por vezes, são retratados como culpados e/ou indiferentes aos status psicológicos dos animais. No entanto, os mesmos se consideram intimamente atentos aos animais e às suas necessidades (BOCK e VAN HUIK, 2007).

Os principais objetos utilizados como enriquecimento ambiental nas granjas pesquisadas, considerando que em muitas delas era empregado mais de um tipo de material, foram correntes metálicas (69,3%), seguidas de galões de plásticos (44,5%) e pedaços de madeira (26,1%). Outros enriquecimentos utilizados foram pneus (17,7%), terra (12,5%), tubos de PVC (11,6%), grama/capim (9,2%), música (6,9%), pedras (6,6%), cordas de plástico (4,1%) e mangueiras de plástico (3,6%). Demais entrevistados utilizavam outros materiais em menor escala, incluindo garrafas pet, tapetes, botas de borracha, galhos, sacos de rafia e sal.



A ampla utilização de correntes metálicas era prevista, uma vez que esse tipo de objeto é muito difundido como forma de enriquecer o ambiente (GUY et al., 2013; VAN DE WEERD e DAY, 2009), é de fácil acesso e apresenta alta durabilidade. Uma alta prevalência de uso desse objeto já foi previamente verificada em granjas brasileiras (PIEROZAN, DIAS e SILVA, 2017a,b). Mesmo que grande parte da literatura não recomende esses artefatos, pois podem perder rapidamente sua atratividade (VAN DE WEERD e DAY, 2009), relatos recentes sugerem uma nova abordagem para o uso correntes metálicas, alegando ser mais vantajosa ao BEA. Enriquecimentos que possam causar injúrias e comprometer a saúde dos animais não devem ser empregados (COMISSÃO EUROPEIA, 2016a). Nesse sentido, pneus não são recomendados devido ao seu potencial risco de dano à integridade física dos suínos por conter partes metálicas (BRACKE, 2017) e por seu design.

**Figura 6.** Correntes metálicas simples (A) são amplamente utilizadas nas granjas. Sua aplicação é contestada por manter por pouco tempo o interesse dos suínos. Recomenda-se seu emprego associado a outros tipos de enriquecimento. Pneus (B) não devem ser utilizados devido a eventuais danos à integridade física dos animais. **Crédito:** acervo pessoal dos autores



Quando os entrevistados foram questionados se utilizariam enriquecimento ambiental em suas granjas mesmo que isso represente um aumento dos manejos de rotina, 63,5% afirmaram que usariam com certeza, 33,8% provavelmente utilizariam, 2,2% provavelmente não e, apenas, 0,5% com certeza não fariam uso. Essa resposta reforça o fato de que os produtores e colaboradores estão abertos à utilização dessa ferramenta, uma vez que estão dispostos a despendar mais de mão de obra com seu uso.

De fato, os suinocultores são os principais responsáveis pela implementação dos objetos de enriquecimento ambiental em suas granjas, o que os permite participar diretamente desta ciência com base nas suas observações práticas (BRACKE, 2017). Desta forma, faz-se necessário investir no aprimoramento de aplicação dessa ferramenta e na transmissão de conhecimentos sobre o tema tanto para os produtores quanto para os profissionais.

No atual cenário da produção animal, é de fundamental importância que os profissionais de ciências agrárias recebam formação sobre as bases conceituais de BEA, incluindo o enriquecimento ambiental. Tendo em vista que bem-estar é um assunto relativamente novo nas escolas brasileiras, é válido investir na formação de quem auxilia diretamente os produtores, contribuindo para a adaptação do sistema, instruindo-os de forma adequada para o emprego de metodologias de promoção do bem-estar e atuando na desmistificação de alguns receios. É essencial que o profissional de ciências agrárias tenha uma postura embasada e crítica relacionada aos assuntos sobre BEA (LORD e WALKER, 2009).

## 12.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não possa ser considerada uma solução para todos os problemas de bem-estar animal gerados pelo ambiente em confinamento, a aplicação de enriquecimento ambiental apresenta-se como prática promissora na suinocultura. É possível fazer uso da criatividade, aproveitando os recursos disponíveis para a confecção do enriquecimento, reduzindo assim o custo com materiais - uma preocupação de grande parte dos produtores. Entretanto, é fundamental estar atento aos critérios mínimos para uso destes objetos ou substratos.

É comum tratar o enriquecimento ambiental de uma forma bastante geral, não considerando as particularidades do artefato ou do substrato utilizado e o contexto no qual ele é fornecido. É válido destacar que muitos resultados diferem devido às diferenças entre os objetos utilizados, e a fatores como a forma de apresentação, a densidade animal e as características do piso. Assim, ao contrastar os efeitos de diferentes estudos, devemos nos atentar aos métodos utilizados para evitar possíveis frustrações ou desacreditar no enriquecimento. Por fim, é essencial investir na difusão de conhecimentos sobre este assunto, sobretudo aos produtores, atestando o valor dessa estratégia na promoção do bem-estar dos suínos.

Além dos benefícios diretos que o enriquecimento ambiental agrega ao bem-estar dos suínos, essa ferramenta pode ser bem vista aos olhos daqueles que possuem menos intimidade com a cadeia da produção animal. Ou seja, sua utilização representa uma oportunidade para demonstrar à comunidade que o setor está atento e trabalhando para melhorar a qualidade de vida dos animais de produção, respondendo, dessa forma, aos anseios do mercado consumidor (BRACKE, 2017).

## 12.7. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido durante o período de apoio de bolsas de estudo de doutorado financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Acordo CAPES/Fundação Araucária aos discentes Luciana Foppa e Carlos Rodolfo Pierozan, respectivamente.

## 12.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALWORTH, L.C.; BUERKLE, S.C. The effects of music on animal physiology, behavior and welfare. *Lab Animal*, v. 42, n. 2, p. 54, 2013.

AVERÓS, X.; BROSSARD, L.; DOURMAD, J-Y.; GREEF, K.H.; EDGE, H.L.; EDWARDS, S.A.; MEUNIER-SALAÜN, M-C. A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 127, p. 73-85, 2010.

BACKUS, B.L.; MCGLONE, J.J. Evaluating environmental enrichment as a method to alleviate pain after castration and tail docking in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 204, p. 37-42, 2018.

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; CRONIN, G. M.; JONGMAN, E. C.; HUTSON, G. D. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, Collingwood, v. 52, p. 1-28, 2001.

BEATTIE, V.E.; O'CONNELL, N.E.; MOSS, B.W. Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Science*, v. 65, n. 1, p. 71-79, 2000.



BENCH, C. J.; RIOJA-LANG, F. C.; HAYNE, S. M.; GONYOU, H. W. Group gestation sow housing with individual feeding – II: How space allowance, group size and composition, and flooring affect sow welfare. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 152, p. 218-227, 2013.

BLACKSHAW, J.K.; THOMAS, F. J.; LEE, J.A. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 53, n. 3, p. 203-212, 1997.

BOCK, B. B.; VAN HUIK, M. M. Animal welfare: the attitudes and behaviour of European pig farmers. *British Food Journal*, v. 109, n. 11, p. 931-944, 2007.

BOLHUIS, J. E.; SCHOUTEN, W. G. P.; SCHRAMA, J. W.; WIEGANT, V. M. Effects of rearing and housing environment on behavior and performance of pigs with different coping characteristics. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 101, n. 1-2, p. 68-85, 2006.

BPEX. Division of the Agriculture and Horticulture Development Board & University of Bristol. Environment enrichment for pigs: providing objects of substrates for proper investigation and manipulation, keeping pigs occupied in non-harmful behaviour. 2010. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/3316/environment-enrichment-for-pigs/>>. Acesso em: 13 de jun. 2018.

BRACKE, M.B.M. Chains as proper enrichment for intensively-farmed pigs? In: ŠPINKA, M. *Advances in Pig Welfare*. Duxford: Woodhead Publishing, 2017. cap. 6, p. 167-197.

BRACKE, M.B.M.; ZONDERLAND, J.J.; LENSSENS, P.; SCHOUTEN, W.G.; VERMEER, H.; SPOOLDER, H.A.; HOPSTER, H. Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 98, n. 3, p. 165-182, 2006.

CHAPINAL, N.; TORRE, J. L. R. de la; CERISUELO, A.; GASA, J.; BAUCCELLS, M. D.; COMA, J.; VIDAL, A.; MANTECA, X. Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems. *Journal of Veterinary Behaviour*, v. 5, p. 82-93, 2010.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de Dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de protecção de suínos (Versão codificada). 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF>>. Acesso em: 25 de mai. 2017.

CORNALE, P.; MACCHI, E.; MIRETTI, S.; RENNA, M.; LUSSIANA, C.; PERONA, G.; MIMOSI, A. Effects of stocking density and environmental enrichment on behaviour and fecal corticosteroids levels of pigs under commercial farm conditions. *Journal of Veterinary Behavior*, v. 10, n. 6, p. 569-576, 2015.

DAY, J.E.L.; VAN DE WEERD, H.A.; EDWARDS, S.A. The effect of varying lengths of straw bedding on the behaviour of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 109, p. 249-260, 2008.

de ASSIS MAIA, A.P.; SARUBBI, J.; MEDEIROS, B.B.L.; DE MOURA, D.J. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 14, n. 14, p. 2862-2877, 2013.

de JONGE, F.H.; BOLEIJ, H.; BAARS, A. M.; DUDINK, S.; SPRUIJT, B. M. Music during play-time: Using context conditioning as a tool to improve welfare in piglets. *Applied animal behaviour science*, v. 115, n. 3, p. 138-148, 2008.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, Curitiba, v. 16, (Ed Esp 1):e161101, 2018.

DOCKING, C. M.; VAN DE WEERD, H. A.; DAY, J. E. L.; EDWARDS, S. A. The influence of age on the use of potential enrichment objects and synchronisation of behaviour of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 110, p. 244-257, 2008.

DONALDSON, T. M.; NEWBERRY, R. C.; ŠPINKA, M.; CLOUTIER, S. Effects of early play experience on play behaviour of piglets after weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 79, n. 3, p. 221-231, 2002.

DUDINK, S.; SIMONSE, H.; MARKS, I.; DE JONGE, F. H.; SPRUIJT, B.M. Announcing the arrival of enrichment increases play behaviour and reduces weaning-stress-induced behaviours of piglets directly after weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 101, n. 1, p. 86-101, 2006.

ELMORE, M. R. P.; GARNER, J. P.; JOHNSON, A. K.; KIRKDEN, R. D.; RICHERT, B. T.; PAJOR, E. A. Getting around social status: Motivation and enrichment use of dominant and subordinate sows in a group setting. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 133, p. 154-163, 2011.

FOPPA, L.; CALDARA, F.R. ; MOURA, R. ; MACHADO, S.P. ; NÄÄS, I.A. ; GARCIA, R.G. ; GONCALVES, L.M.P. ; OLIVEIRA, G.F. Pig's behavioral response in nursery and growth phases to environmental enrichment objects. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 16, n. 3, p. 0507, 2018.

GRANDIN, T. Factors that impede animal movement at slaughter plants. *Journal American Veterinary Medical Association*, v. 209, p. 757-759, 1996.

GREENWOOD, E. C.; PLUSH, K. J.; WETTERE, W. H. E. J. Hierarchy formation in newly mixed, group housed sows and management strategies aimed at reducing its impact. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 160, p. 1-11, 2014.

GRIMBERG-HENRICI, C. G.; VERMAAK, P.; BOLHUIS, J. E.; NORDQUIST, R. E.; VAN DER STAAY, F. J. Effects of environmental enrichment on cognitive performance of pigs in a spatial holeboard discrimination task. *Animal cognition*, v. 19, n. 2, p. 271-283, 2016.

GUY, J.H.; MEADS, Z.A.; SHIEL, R.S.; EDWARDS, S.A. The effect of combining different environmental enrichment materials on enrichment use by growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 144, p. 102-107, 2013.

HORBACK, K. M.; PIERDON, M. K.; PARSONS, T. D. Behavioral preference for different enrichment objects in a commercial sow herd. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 184, p. 7-15, 2016.

JANKEVICIUS, M.L.; WIDOWSKI, T.M. Does balancing for color affect pigs' preference for different flavored tail-models?. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 84, n. 2, p. 159-165, 2003.

KAUPPINEN, T.; VESALA, K.M.; VALROS, A. Farmer attitude toward improvement of animal welfare is correlated with piglet production parameters. *Livestock Science*, v. 143, n. 2-3, p. 142-150, 2012.

KILIÇ, İ.; BOZKURT, Z. The relationship between farmers' perceptions and animal welfare standards in sheep farms. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 26, n. 9, p. 1329-1338, 2013.

LORD, L.K.; WALKER, J.B. An approach to teaching animal welfare issues at the Ohio State University. *Journal of Veterinary Medical Education*, v. 36, n. 3, p. 276-279, 2009.

MELOTTI, L.; OOSTINDJER, M.; BOLHUIS, J.E.; HELD, S.; MENDEL, M. Coping personality type and environmental enrichment affect aggression at weaning in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 133, n. 3, p. 144-153, 2011.

MENCH, J.; NEWBERRY, R.; MILLMAN, S.; TUCKER, C.; KATZ, L. Chapter 4: Environmental Enrichment. In: *FEDERATION OF ANIMAL SCIENCE SOCIETIES. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*, 3.ed. Champaign: Federation of Animal Science Societies, 2010. p. 30-44.

MERLOT, E.; CALVAR, C.; PRUNIER, A. Influence of the housing environment during sow gestation on maternal health, and offspring immunity and survival. *Animal Production Science*, v. v. 57, p. 1751-1758, 2016.

NANNONI, E.; SARDI, L.; VITALI, M.; TREVISI, E.; FERRARI, A.; FERRI, M. E.; BACCI, M. L.; GOVONI, N.; BARBIERI, S.; MARTELLI, G. Enrichment devices for undocked heavy pigs: effects on animal welfare, blood parameters and production traits. *Italian Journal of Animal Science*, 2018.

NEITZ, J.; JACOBS, G.H. Spectral sensitivity of cones in an ungulate. *Visual neuroscience*, v. 2, n. 2, p. 97-100, 1989.

NEWBERRY, R.C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 44, n. 2, p. 229-243, 1995.

NOWICKI, J.; KLOCEK, C. The effect of aromatized environmental enrichment in pen on social relations and behavioural profile of newly mixed weaners. *Annals of Animal Science*, v. 12, n. 3, p. 403-412, 2012.

NOWICKI, J.; SWIERKOSZ, S.; TUZ, R.; SCHWARZ, T. The influence of aromatized environmental enrichment objects with changeable aromas on the behaviour of weaned piglets. *Vet Archivos*, v. 85, p. 425-435, 2015.

OLIVEIRA, R.F.; SOARES, R.T.R.N.; MOLINO, J.P.; COSTA, R.L.; BONAPARTE, T.P.; SILVA JÚNIOR, E.T.; SANTOS, I.P. Environmental enrichment improves the performance and behavior of piglets in the nursery phase. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 68, n. 2, p. 415-421, 2016.

OOSTINDJER, M.; KEMP, B.; BRAND, H. van den; BOLHUIS, J. E. Facilitating 'learning from mom how to eat like a pig' to improve welfare of piglets around weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 160, p. 19-30, 2014.

PANDOLFI, F.; KYRIAZAKIS, I.; STODDART, K.; WAINWRIGHT, N.; EDWARDS, S. A. The "Real Welfare" scheme: Identification of risk and protective factors for welfare outcomes in commercial pig farms in the UK. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 146, p. 34-43, 2017.

PERINI, J. E. G. N. Comportamento, bem-estar e desempenho reprodutivo de matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas e em gaiolas individuais. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017.

PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; SILVA, C. A. Environment, facilities, and management of hospital pens in growing and finishing pig farms: a descriptive study. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 11, p. 831-838, 2017a.

PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; SILVA, C. A. Medidas de bem-estar de suínos em crescimento e terminação - prevalência em granjas de sistemas cooperativos no Brasil. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 18., 2017, Goiânia. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017b. p. 262-263.

SARUBBI, J. Técnicas de manejo voltadas para o BEA em suínos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014. p. 146-155.

SCOTT, K.; TAYLOR, L.; GILL, B. P.; EDWARDS, S. A. Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems 3. Hanging toy versus rootable toy of the same material. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 116, p. 186-190, 2009.

SILVA, C. A.; MANTECA, X.; DIAS, C. P. Needs and challenges of using enrichment material in the pig industry. *Semina Ciências Agrárias*, v. 37, n. 1, p. 525-536, 2016.

SILVA, F. R. S.; MIRANDA, K. O.; PIEDADE, S. M. S.; SALGADO, D. D. Effect of auditory enrichment (music) in pregnant sows welfare. *Engenharia Agrícola*, v. 37, p. 215-225, 2017.

SPOOLDER, H. A. M.; GEUDEKE, M. J.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; SOEDE, N. M. Group housing of sows in early pregnancy: A review of success and risk factors. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 125, p. 1-14, 2009.

STUDNITZ, M.; JENSEN, M.B.; PEDERSEN, L.J. Why do pigs root and in what will they root?: A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 107, n. 3, p. 183-197, 2007.

VALROS, A.; MUNSTERHELM, C.; HÄNNINEN, L.; KAUPPINEN, T.; HEINONEN, M. Managing undocked pigs-on-farm prevention of tail biting and attitudes towards tail biting and docking. *Porcine Health Management*, v. 2, n. 1, p. 2, 2016.

VAN DE WEERD, H. A.; DAY, J. E. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 116, p. 1-20, 2009.

VAN DE WEERD, H. A.; DOCKING, C. M.; DAY, J. E. L.; AVERY, P. J.; EDWARDS, S. A. A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 84, p. 101-118, 2003.

VAN DE WEERD, H.A.; DOCKING, C.M.; DAY, J.E.L.; BREUER, K.; EDWARDS, S.A. Effects of species-relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 99, p. 230-247, 2006.

VAN DIXHOORN, I.D.; REIMERT, I.; MIDDELKOOP, J.; BOLHUIS, J.E.; WISSELINK, H.J.; KOERKAMP, P.W.G.; STOCKHOFF-ZURWIEDEN, N. Enriched housing reduces disease susceptibility to co-infection with porcine reproductive and respiratory virus (PRRSV) and *Actinobacillus pleuropneumoniae* (A. pleuropneumoniae) in young pigs. *PloS One*, v. 11, n. 9, p. e0161832, 2016.

- VANHEUKELOM, V.; DRIESSEN, B.; GEERS, R. The effects of environmental enrichment on the behaviour of suckling piglets and lactating sows: A review. *Livestock Science*, v. 143, p. 116-131, 2012.
- VITALI, M.; NANNONI, E.; SARDI, L.; BASSI, P.; MILITERNO, G.; FAUCITANO, L.; BONALDO, A.; MARTELLI, G. Enrichment tools for undocked heavy pigs: effects on body and gastric lesions and carcass and meat quality parameters. *Italian Journal of Animal Science*, 2018.
- VON KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. The Ticking Clock: Addressing Farm Animal Welfare in Emerging Countries. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, v. 28, p. 179-195, 2015.
- WALLGREN, T.; WESTIN, R.; GUNNARSSON, S. A survey of straw use and tail biting in Swedish pig farms rearing undocked pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 58, n. 1, p. 84, 2016.
- WELLS, D.L. Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 118, n. 1-2, p. 1-11, 2009.
- YANG, C. H., KO, H. L., SALAZAR, L. C., LLONCH, L., MANTECA, X., CAMERLINK, I., LLONCH, P. Pre-weaning environmental enrichment increases piglets' object play behaviour on a large scale commercial pig farm. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 202, p. 7-12, 2018.
- ZWICKER, B.; WEBER, R.; WECHSLER, B.; GYGAX, L. Degree of synchrony based on individual observations underlines the importance of concurrent access to enrichment materials in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 172, p. 26-32, 2015.



# CAPÍTULO 13 – SISTEMAS DE ALOJAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS ADAPTADOS PARA A GESTAÇÃO COLETIVA

**Autores:** SENS, V.; NEVES, J.E.G.; RIBAS, J.C.R.

## 13.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, um novo perfil de consumidor tem se destacado nos mercados nacionais e internacionais de produtos de proteína animal. Para estes consumidores, já não é mais suficiente um produto ser saboroso, com boa apresentação e de fácil preparo. A conscientização crescente da relação alimentação e saúde e o maior interesse quanto à origem dos alimentos e a forma como são produzidos incentivam a cadeia produtora de suínos a operar de maneira cada vez mais sustentável. Neste sentido, a adoção de práticas de produção que utilizam técnicas de bem-estar animal ganham relevância como estratégia para promover maior harmonia entre homem, animal e ambiente.

O Brasil ocupa a posição de quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo, com um plantel de aproximadamente 1,7 milhões de fêmeas. A cada ano, mais de 46 milhões de cabeças são abatidas, representando uma produção de mais de 3,8 toneladas de carne (NEVES et al., 2016). Num mercado extremamente global e competitivo, práticas de bem-estar animal são demandas cada vez mais comumente exigidas pelos consumidores.

Em todo o mundo, o alojamento de fêmeas suínas é um dos principais temas de bem-estar animal discutido atualmente na suinocultura. Diversos países já aprovaram leis ou estão em processo de aprovação de novas regras sobre o alojamento das matrizes suínas no período de gestação.

## 13.2. COMPORTAMENTO DAS MATRIZES SUÍNAS

Em condições de vida livre, os suínos são animais gregários que vivem em grupos formados por três a quatro matrizes e as suas leitegadas. Os machos são solitários, porém, podem viver em grupos de dois a três animais de mesmo parentesco. Os grupos formados pelas fêmeas garantem a sobrevivência dos leitões quando criados em vida livre, uma vez que, enquanto umas fêmeas forrageiam, as outras cuidam da leitegada. Matrizes criadas juntas possuem seu cio sincronizado, permitindo assim que as fêmeas possuam as proles em idades similares, podendo amamentar e cuidar dos leitões dela e das outras matrizes. Na criação intensiva esse comportamento foi deixado de lado, priorizando o isolando das fêmeas em gaiolas em seu período gestacional e no puerpério.

Os suínos possuem também o hábito de fugir. A expressão desse comportamento é muito importante para os animais que vivem em vida livre, pois permite que eles encontrem maior variedade de alimentos, principalmente os tubérculos. Fugir é considerado um comportamento inato que será realizado mesmo quando não há material ou condições para isso. Perini (2017)

observou que uma frequência de estereotípias 2,52 vezes maior em sistemas de criação em gaiola, quando comparado com a gestação coletiva, denotando que, mesmo na ausência de substratos, a motivação do comportamento exploratório é alta nos suínos.

Diversos estudos encontraram que fêmeas criadas em sistemas de gestação coletivos se demonstram mais calmas e com menos comportamentos estereotipados do que as matrizes mantidas em gaiolas, deixando evidente a importância desse comportamento gregário para as matrizes suínas. Porém, grupos grandes de matrizes gestantes favorecem as brigas e disputas por alimento e espaço e requerem uma maior atenção dos funcionários para evitar acidentes e prejuízos econômicos.

### 13.2.1. Formação dos grupos

A hierarquia nos suínos tende a se estabelecer nas primeiras 24 a 36 horas após a mistura, diminuindo assim a intensidade das brigas e a disputa por alimento. Sempre que forem introduzidos novos animais no grupo, a hierarquia é quebrada e as brigas retornam até se atingir novamente o equilíbrio. Uma vez que a hierarquia se estabelece, as brigas são substituídas pelos comportamentos de ameaça. Matrizes criadas em grupos fazem seus subgrupos de preferência e demonstram empatia ou antipatia pelas outras fêmeas. Na criação em grupo é importante observar as fêmeas que não simpatizam com as outras, ou seja, que vivem brigando ou perseguindo a outra. Nestes casos pode ocorrer a morte da fêmea perseguida, baixos índices reprodutivos ou doenças, além de um baixo nível de bem-estar por parte da matriz perseguida.

### 13.2.2. Visão, audição e olfato

O suíno tem uma visão panorâmica de aproximadamente 310° e visão binocular de 35° a 50°. Como qualquer presa, estes animais priorizam a sua visão lateral monocular, o que aumenta sua visão panorâmica e permite que eles detectem mais rápido os perigos, como a chegada de um predador, ou acompanhem com mais facilidade seus companheiros. Porém, isso diminui a sua capacidade de visão binocular, que permite a nós seres humanos e aos animais uma melhor definição da imagem e do espaço que estamos inseridos. Ao manejar os suínos, deve-se se atentar para essa característica de visão panorâmica, uma vez que um ralo instalado no meio da passagem (ver Figura 1 a seguir), uma troca brusca de piso ou uma simples abertura nas paredes laterais da manga serão motivos para eles pararem para observar, atrasando o manejo.

Os suínos também são animais neófilos, que adoram novidades, portanto vão cheirando tudo e observando tudo a sua frente. Por possuírem uma visão tridimensional limitada, as suas capacidades de olfato e audição são mais aguçadas para complementarem suas habilidades. O que significa que barulhos altos e cheiros diferentes no percurso também podem atrapalhar o manejo.

### 13.2.3. Importância do manejo

Um suinocultor pode trabalhar com a melhor linhagem de matrizes suínas e possuir uma excelente instalação, porém nada disso será suficiente se seus funcionários não forem



capacitados para trabalhar com as matrizes e realizar os manejos de forma rude. Por exemplo, se o manejador não souber identificar um retorno ao cio ou um comportamento alterado nos animais, os índices reprodutivos da granja serão abaixo da média.

Da mesma forma, instalações que não respeitam as necessidades e expressões do comportamento dos animais ou que aumentam as chances de acidentes podem aumentar o número de animais feridos, com problemas de casco ou comportamentos estereotipados.

O sucesso de uma criação animal, portanto, é o conhecimento básico do comportamento da espécie a ser manejada. Um bom manejo leva em consideração a harmonia entre estes três pilares:

- Funcionários: devem ser bem treinados e capacitados para as atividades a ser realizadas, como também devem compreender o comportamento dos animais.
- Animais: devem ser tratados como seres sencientes, capazes de sentir dor, medo, angústia e de reconhecer seus tratadores e ações realizadas com os mesmos.
- Ambiente: deve ser agradável tanto para os funcionários como para os animais, visando sempre à mitigação de pontos críticos que podem levar a ferimentos, doenças ou desconfortos. As instalações e os equipamentos são essenciais e devem ser projetadas de forma a facilitar o manejo e o trabalho dos colaboradores.

### 13.3. SISTEMA DE GESTAÇÃO EM CELAS INDIVIDUAIS

Atualmente, o sistema de produção predominante no Brasil é o intensivo confinado, sendo representado por um leque variado de granjas, com diferentes escalas, tecnologias e layout, em sua maioria, integrados aos sistemas de produção de agroindústrias (RIBAS et al., 2015).

Estes modelos de granjas industriais produtoras de leitões foram concebidos com racionalização dos espaços físicos, permitindo um maior número de fêmeas por metro quadrado. Por este mesmo motivo, os sistemas de alojamento de fêmeas em celas de gestação individual foram utilizados em larga escala no cenário de produção nacional.

**Figura 1.** Alojamento individual em celas de gestação em sistema confinado de produção. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Neste sistema de produção, as fêmeas chegam a parir até 2,5 vezes ao ano, permanecendo por aproximadamente 80% deste período em gestação, reclusas em celas individuais (BORTOLOZZO et al., 2007).

Para Duncan (1997), a criação em celas individuais leva à frustração das fêmeas ao limitar o comportamento inato da espécie, já que na natureza os suínos são gregários e as matrizes preferem viver em grupo de quatro a cinco fêmeas, como uma organização social. Este fator adicionado à limitação de exercícios e à impossibilidade de execução dos comportamentos naturais, eleva o cortisol das matrizes criadas em gaiolas (BROOM & FRASER, 2007).

A gestação em celas individuais frequentemente tem sido associada a problemas de bem-estar devido à privação de exercícios físicos, favorecendo problemas locomotores e limitando os comportamentos inatos da espécie. (Gregory, 2007; Broom & Fraser, 2010).

Outro aspecto negativo a ser considerado é o estresse social referente às interações mal resolvidas, pois no alojamento em celas individuais o contato é muito limitado ou interrompido com as outras fêmeas (BARNETT et al., 2001).

As fêmeas alojadas em celas individuais conseguem desenvolver um contato auditivo, visual, olfativo expressivo, mas pelo limitado contato com as fêmeas vizinhas de cela, a relação hierárquica fica comprometida e inevitavelmente ocorre um distanciamento do comportamento natural da espécie (MCGLONE et al., 2004).

Um dos problemas observados em animais em confinamento extremo é o comportamento exploratório redirecionado, podendo resultar em graves problemas, como por exemplo a caudofagia. Matrizes alojadas em celas individuais apresentam estereotipias oriundas de ociosidade (RIBAS et al., 2015). Neste sentido, qualquer sequência de movimento reprodutivo, contínuo e sem função ou objetivo aparente é considerado estereotipia clássica (MASON, 1991).

Morder barras, mascar ou engolir a língua são exemplos de estereotipias. A frustração representada por estes comportamentos e privação de atividades e movimentos alteram o equilíbrio hormonal dos animais e predispõem a ocorrência de doenças, problemas reprodutivos e morte súbita (RIBAS et al., 2015).

Apesar de assegurar um bom controle de fornecimento de ração e reduzir as brigas entre as fêmeas, as celas de gestação individual são cada vez mais questionadas quanto à prática do bem-estar animal pelos motivos expostos anteriormente. Este sistema tem sido apontado pelos grupos de proteção animal e consumidores como um sistema "desumano e cruel" de produção de suínos.

**Figura 2.** Contato limitado pela cela de gestação individual nos sistemas confinados de produção. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Para Perini (2017), as grandes corporações não desejam ter suas marcas de produtos cárneos associadas a imagens negativas, buscando assim a melhoria dos sistemas de criação e incorporando a ética como característica de qualidade do produto e de produção sustentável.

Sob esta nova demanda do mercado consumidor, as agroindústrias passaram a assumir compromissos públicos visando à melhoria dos sistemas de produção, mas que representam um desafio na adequação gradativa do sistema produtivo, substituindo as celas individuais por sistemas de gestação coletivos, humanizando a produção, agregando mais ética e qualidade de vida e bem-estar aos animais.

## 13.4. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO NA GESTAÇÃO COLETIVA

São várias as opções de sistemas de gestações que oferecem atendimento às premissas de bem-estar animal. Alguns sistemas são extremamente manuais e simples e estão presentes na suinocultura brasileiras por várias décadas. Outros sistemas apresentam-se mais modernos, automatizados, com diferentes níveis de sofisticação. Ainda neste cenário, é possível encontrar sistemas informatizados com possibilidade de recursos mais precisos e diferenciados no gerenciamento da rotina das granjas.

### 13.4.1. Estações eletrônicas de alimentação

As estações eletrônicas de alimentação operam de forma automática fornecendo alimento às fêmeas de acordo com o volume previamente definido pelo operador por meio de um sistema informatizado. O brinco eletrônico presente em uma das orelhas reconhece a fêmea na porta de acesso da estação e a ração é disponibilizada de acordo com o consumo do dia.

**Figuras 3 e 4.** Estrutura de uma estação eletrônica de alimentação (esq.) e sistema de alojamento coletivo com a estação eletrônica de alimentação em operação. Fonte: acervo pessoal dos autores.



A estação eletrônica é uma tecnologia importada e relativamente nova na suinocultura brasileira, sendo uma das opções com elevado custo de implantação. Permite a gestão individualizada do consumo das fêmeas, facilitando o controle dos escores corporais. Sua produção ainda é parcial ou totalmente internacional, situação que dificulta o acesso de financiamento para a aquisição da tecnologia. Além da estação eletrônica, outra opção é o sistema eletrônico de livre acesso, uma tecnologia muito próxima a anterior, com menores custos de implantação.

**Figuras 5, 6 e 7.** Sistema de alojamento coletivo com estação eletrônica de alimentação com livre acesso. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



### 13.4.2. Alimentação no piso

O arraçoamento no piso é um dos sistemas de gestação coletivo convencionais mais antigos no cenário nacional. Consiste em realizar o arraçoamento diretamente no piso, de maneira manual ou de forma automática com o uso de drops.

**Figuras 8 e 9.** Sistema de alojamento coletivo com arraçoamento manual no piso (esq.) e sistema de alojamento coletivo com arraçoamento por drops diretamente sobre o piso. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.





Neste sistema a ração é disponibilizada sobre o piso, de acordo com as necessidades médias do grupo. Os animais se alimentam simultaneamente podendo resultar em agressões entre fêmeas, especialmente se o espaço para alimentação for restrito (MORRISON, 2002).

O contato direto entre as fêmeas no momento do arraçoamento predispõe a um aumento de injúrias ocasionadas por disputas pelo alimento. Neste sistema ocorre maior variação do volume de ração consumida por fêmea, dificultando a gestão do escore corporal. Devido à baixa tecnologia empregada, possui um dos mais baixos custos de implantação.

### 13.4.3. Alimentação no minibox

Neste sistema o arraçoamento é realizado de maneira direcionada no piso em área linear e específica com a utilização de drops de ração. O termo minibox é caracterizado pela presença de divisórias metálicas ou meias-celas que separam as fêmeas durante o momento do consumo da ração. Cada fêmea deve ter à sua disposição uma área de minibox.

**Figura 10 e 11.** Fêmea em sistema de alojamento coletivo com minibox (esq.). Ao lado, visão do momento de arraçoamento do grupo. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Neste sistema, a oferta de ração para as fêmeas ocorre ao mesmo tempo, facilitando a gestão dos volumes médios consumidos por meio da regulação dos drops. Estas instalações permitem separar uniformemente o local de deposição de ração e evitam agressões e os deslocamentos das fêmeas durante o arraçoamento (MANTECA & GASA, 2008).

As divisórias limitam os espaços, reduzindo disputas e injúrias ocasionadas em outros sistemas pelas competições no momento do arraçoamento. De fácil operação, esta tecnologia ganha espaço na suinocultura nacional com resultados eficientes juntamente com custos mais competitivos de implantação.

De maneira geral, são vários os sistemas disponíveis para adequação das granjas em operação ao bem-estar animal. A escolha deve ser feita por meio da análise criteriosa das oportunidades presentes no processo. A **Tabela 1** a seguir compara os diferentes sistemas, ilustrando as vantagens e oportunidades presentes:

**Tabela 1.** Comparativo entre sistemas de alimentação de matrizes suínas.

|                          | <b>Gaiolas</b> | <b>Gaiolas de livre acesso</b> | <b>Arraçoamento no piso</b> | <b>Minibox</b> | <b>Estação Eletrônica de alimentação</b> |
|--------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------------|
| Escore Corporal          | ++++           | +++                            | ++                          | +++            | ++++                                     |
| Agressões                | x              | x                              | xxx                         | xx             | xx                                       |
| Custos Construção        | x              | xxx                            | x                           | x              | xxx                                      |
| Custos Operacionais      | x              | xx                             | xx                          | xx             | xx                                       |
| Facilidade de Manejo     | ++++           | +++                            | +++                         | +++            | ++                                       |
| Uso de Ração de Gestaçao | x              | xx                             | xxx                         | xx             | x                                        |

+ pobre, ++ aceitável, +++ bom, ++++ muito bom x baixo, xx moderado, xxx alto

\* Considerando o potencial de obter melhor controle do escore corporal (EC)

**Fonte:** PIC, 2017

## 13.5. TEMPO DE PERMANÊNCIA EM CELA INDIVIDUAL

Em todo o mundo, ao avaliar o padrão de tempo de permanência de matrizes em cela individual após a cobertura, observa-se uma grande heterogeneidade de critérios. Na Tabela 2 a seguir observa-se as diferenças de critério em relação ao tempo de permanência nas celas individuais.

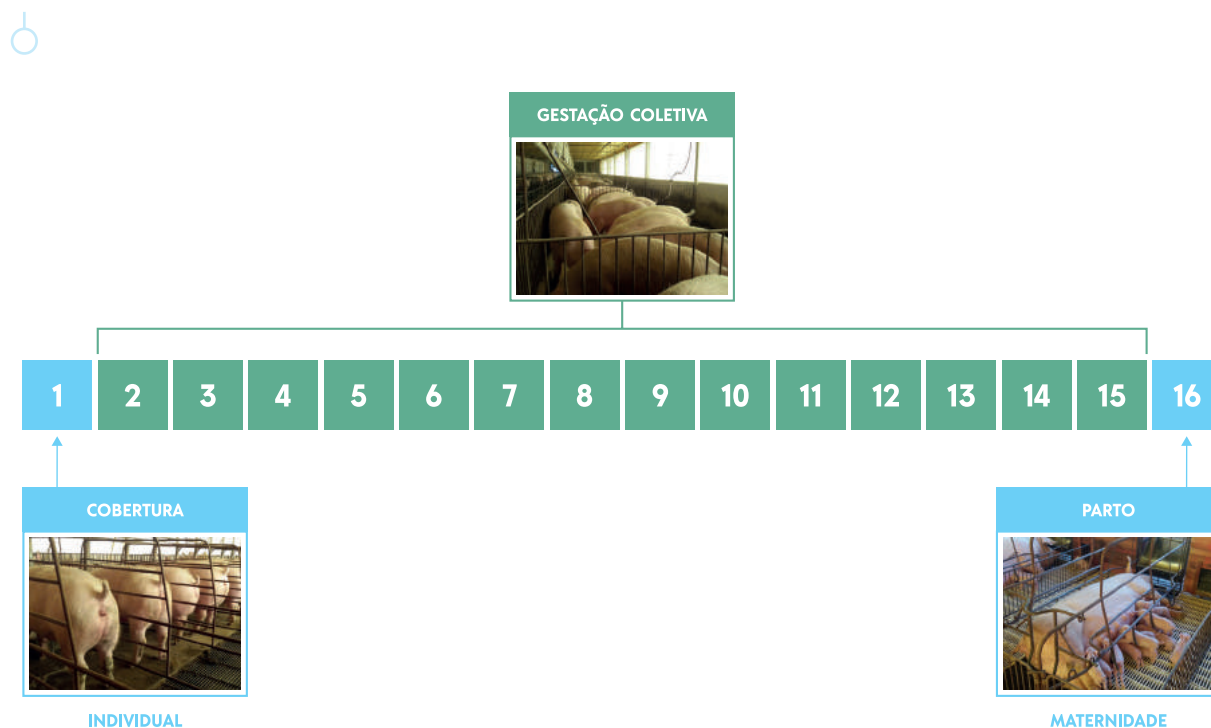
**Tabela 2.** Prazo de permanência em celas individuais após cobertura da matriz

| <b>LOCAL</b>   | <b>FONTE</b>         | <b>PRAZO</b> | <b>GESTÃO COLETIVA</b> |
|----------------|----------------------|--------------|------------------------|
| Nova Zelândia  | NAWAC 2010           | 03/12/2015   | Após a cobertura       |
| União Europeia | Diretiva 2008/120/CE | 01/01/2013   | Após a 4ª semana       |
| Austrália      | PISC 2008            | 2017         | Após a 6ª semana       |

Antes de iniciar qualquer adequação nas granjas convencionais de produção de leitões, é de extrema importância uma análise detalhada das características do processo em vigor. De maneira geral, os produtores possuem duas alternativas para adequar o sistema de gestação ao bem-estar animal. São eles:

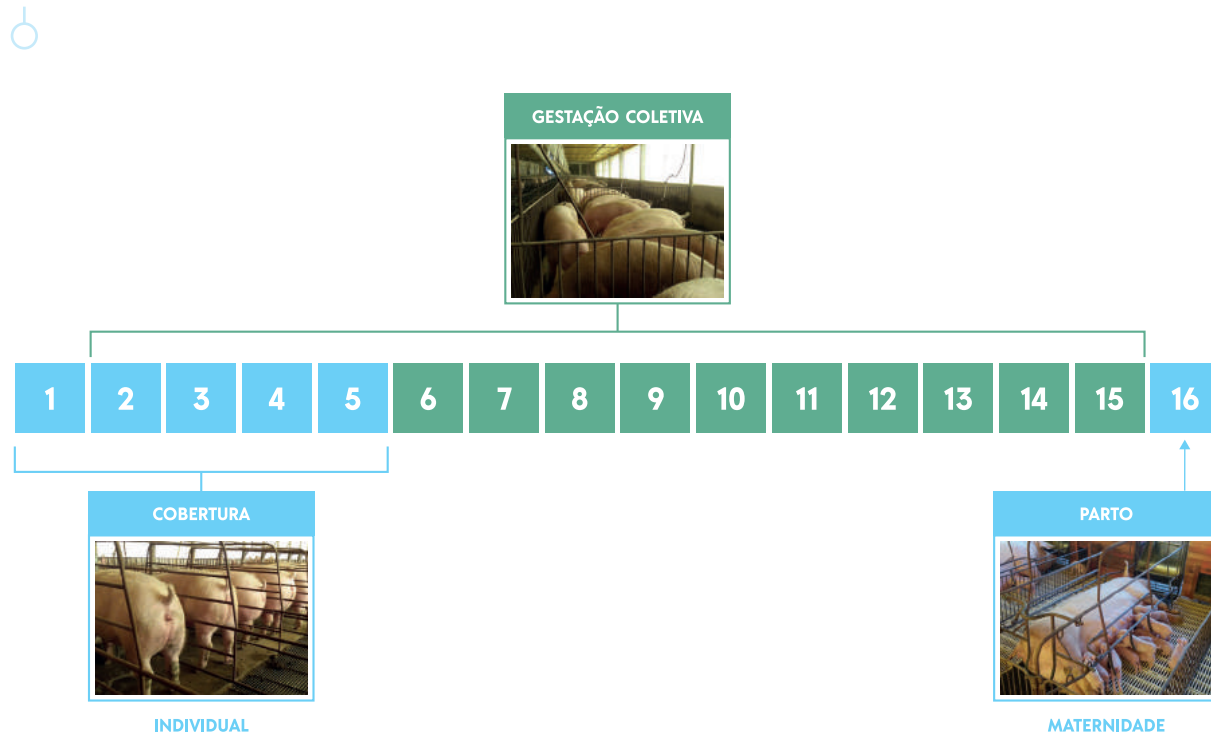
**a) Sistema cobre e solta:** neste sistema as fêmeas são encaminhadas a baias de gestação coletiva após a inseminação artificial;

**Figura 12.** Esquema ilustrativo do sistema cobre e solta derivado em semanas



**b) Sistema de gestação coletiva após o 35º dia da cobertura:** neste sistema as fêmeas são mantidas em celas individuais e transferidas às baias coletivas após 35 dias de gestação.

**Figura 13.** Esquema ilustrativo de alojamento coletivo após a 5ª semana





Durante o período de formação dos grupos (agrupamento das fêmeas em baias coletivas), são comuns as disputas para estabelecer a hierarquia e situações de estresses podem ser rotineiramente observadas quando não controladas. Escoriações de pele, lesões em orelhas, genitálias, aparelho mamário e traumas no sistema locomotor são exemplo de possíveis injúrias que às fêmeas acometem durante as brigas.

Assim o manejador deve ficar atento para a frequência e o grau de agressividade que está se estabelecendo na baia. Se existem matrizes que estão sendo perseguidas, apanhando, não conseguindo se alimentar e com muitas lesões (escoriações de pele, mordidas na vulva), após 6 a 12 horas depois de realizada a mistura, recomenda-se retirar essas matrizes do grupo e introduzi-las em outra baia com fêmeas mais calmas. Vale ressaltar que nunca se deve mudar apenas uma fêmea e sim um grupo de animais.

O equilíbrio entre as brigas irá começar a ocorrer 24 horas após a mistura, podendo se estender de 36 a até 48 horas. O indicado é misturar as fêmeas após elas se alimentarem e quando a temperatura estiver amena. A mistura de matrizes em dias e horários quentes proporciona mais interações agonísticas e queda no desempenho reprodutivo.

Importante ponderar que altos níveis de competitividade e agressão podem ser perpetuados devido ao número insuficiente ou má distribuição de comedouros e bebedouros ou devido a espaços limitados, com alta densidade de animais, além do modelo de alojamento em grupo adotado na granja para misturar as matrizes.

Em ambos os períodos de agrupamento, o objetivo é evitar que a formação do grupo ocorra nas fases mais críticas para a sobrevivência do embrião, período que compreende entre o sétimo e o vigésimo quarto dia de gestação. Essa recomendação está relacionada à fisiologia da reprodução.

A gestação tem duração média de 114 ( $\pm$  4) dias e é dividida em: 1) fase de ovo ou zigoto, 2) fase embrionária e 3) fase fetal (LIMA et al., 2006). A fase de ovo ou zigoto vai desde a fecundação até o desenvolvimento das membranas fetais primitivas do zigoto no útero. Essa fase dura aproximadamente 12 dias, período no qual o CL se desenvolve e produz progesterona, responsável pelo desenvolvimento e preparação do endométrio para o desenvolvimento fetal. Na fase de embrião ou organogênese ocorre a implantação dos embriões de maneira equitativa nos cornos uterinos devido à migração dos ovos até a sua nidadação, que ocorre por volta de 17 a 24 dias após a fertilização. Nesse período formam-se os tecidos, órgãos e sistemas mais importantes do organismo e é quando o risco de perdas reprodutivas, como reabsorção e abortos, é muito alto (SOUZA, 2009). Consequentemente, recomenda-se transferir as fêmeas antes ou depois desta fase crítica.

O mais seguro é realizar o reagrupamento após o término da formação placentária, por volta dos 35 dias de gestação. Neste momento a implantação dos embriões já está concluída, reduzindo as perdas reprodutivas (RIBAS et al., 2018).

#### Cuidados Importantes durante o alojamento coletivo

A migração do sistema de gestação individual ao sistema coletivo não significa, por si só, uma melhora nas condições de bem-estar dos animais. Problemas de bem-estar e de manejo são intensificados durante o alojamento coletivo em razão da competição entre os animais favorecendo a incidência de lesões. Neste modelo o estresse relacionado ao reagrupamento e à alimentação constituem um dos principais desafios do sistema (DIAS et al., 2016). Brigas e disputas seguidas de lesões e traumas são rotineiramente observadas no momento da organização hierárquica da baia.

**Figura 14.** Fêmea em sistema de alojamento coletivo com arraçoamento manual no piso. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Diante de uma produção em alta escala, o alojamento de grandes grupos de animais com idade similares é uma ação voltada para a redução do custo de alojamento e otimização de alguns aspectos de manejo (SCHMOLKE et al., 2003). Neste sentido, a equitatividade em idade, escore corporal ou peso são variáveis importantes a ser consideradas na eleição dos indivíduos que irão formar a baia, pois podem potencializar os desequilíbrios nas disputas no momento do arraçoamento ou convívio.

Situações de variação de escores corporais favorecem a desuniformidade no grupo, incrementando os indicadores de descarte e intensificando perdas reprodutivas do plantel. Para reduzir estes riscos ou até mesmo mitigar as perdas durante o processo de agrupamento, a escolha do layout da instalação e acessórios na transformação são fundamentais.

A utilização do sistema de minibox nas baias de gestação coletiva tem se mostrado uma ferramenta bastante eficiente nas granjas adequadas ao bem-estar animal.

**Figuras 15 e 16.** Fêmea em sistema de alojamento coletivo com minibox. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



O minibox atua protegendo a área de alimentação da fêmea, permitindo que o consumo ocorra de maneira tranquila e eficiente, facilitando a gestão dos escores corporais do plantel.

**Figura 17.** Fêmea no sistema de alojamento coletivo disputando mesmo espaço no minibox. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Para evitar riscos de traumas nos minibox, algumas dimensões devem ser respeitadas. A largura mínima de 40 cm e máxima de 45 cm otimiza a capacidade linear de área de comedouro e uma profundidade de 50 cm garante que as fêmeas estejam seguramente "guardadas" durante o arraçoamento, evitando a promoção de traumas e lesões. Medidas que extrapolam as sugeridas facilitam a entrada de mais de uma fêmea na área de consumo, sendo um dos fatores promotores de conflitos e lesões.



**Figura 18.** Fêmeas em minibox no momento do arraçoamento, cada uma com uma área de minibox. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



A disponibilidade de área de minibox é um dos fatores fundamentais para a harmonia do convívio das fêmeas e deve ser um dos pontos de corte para a definição do número de indivíduos do grupo. Quanto maior o número de fêmeas no grupo, maior será o desafio de equalização das diferentes características dos indivíduos.

**Figura 19.** Grupo de fêmeas em sistema de gestação coletivo de minibox. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Ordem de parto, idade e peso médio são informações que devem ser consideradas. Por outro lado, grupos pequenos tendem a ter conflitos prolongados e intensos, em muitos casos recorrentes, envolvendo as mesmas fêmeas. Grupos com no mínimo 11 e no máximo 21 fêmeas tendem a ser administrados mais facilmente. Todavia, existe pouca literatura que correlacione a interferência do número de indivíduos do grupo com os indicadores de desempenho. Assim, não há consenso sobre o tamanho ideal dos grupos de fêmeas em gestação (DIAS et al., 2016).

Depois de estabilizada a hierarquia da baia, a inclusão de novas fêmeas não deve ocorrer de maneira singular, mas em grupos de dois a três indivíduos. Esta situação poderá expor a fêmea a agressões intensas e prolongadas por parte do grupo, favorecendo lesões, traumas e até mesmo perda da fêmea. Após a inclusão, o grupo deve ficar em observação nas próximas 48 horas para identificação de conflitos. Caso estes sejam prolongados, intervenções devem ser realizadas para preservar a integridade das fêmeas.

### 13.6. MANEJO RACIONAL DAS MATRIZES

Um bom manejo sempre deve começar por um bom planejamento. Se a atividade é mudar as matrizes da baia de gestação para a baia maternidade, deve-se observar se já possui gaiolas suficientes livres na baia maternidade, se o ambiente já foi lavado, se está tendo alguma atividade que possa estressar as matrizes no novo ambiente, horário que essas fêmeas serão manejadas e se todos os equipamentos estão funcionando (bebedouro e comedouro automático), entre outros.

O ideal é manejar um grupo de no mínimo três fêmeas e no máximo dez, assim o manejador possuirá domínio sobre os animais e os animais conseguirão entender melhor os comando passados. Matrizes manejadas em períodos quentes podem ter maior número de leitões natimortos, sendo essa situação agravada quando esse manejo é realizado de um a três dias antes da matriz entrar em trabalho de parto.

A qualidade do manejo de condução das matrizes também interfere nos parâmetros reprodutivos da granja. Um manejo silencioso facilita a condução dos animais, uma vez que se diminuem os pontos de distrações. Não se deve utilizar vassouras, paus, choques etc para bater ou tocar nos animais para conduzi-los. O ideal é utilizar uma prancha ou uma bandeirinha para guiá-los.

Para a retirada das fêmeas da gaiola é aconselhado utilizar um tapa olho, que pode ser facilmente construído com o auxílio de um galão cortado na diagonal. Essa ferramenta facilita muito o manejo, uma vez que a matriz irá querer fugir do equipamento andando para trás e a proteção lateral do tapa olho irá impedir que a fêmea se distraia. Nunca se deve retirar as matrizes da gaiola puxando a cauda, orelha, batendo na cabeça ou cutucando os olhos. Todas essas ações possuem grandes chances de machucar os animais, além de causar estresse e desconforto. Devemos lembrar que um bom manejo na fase gestacional das matrizes irá garantir o sucesso da leitegada, longevidade da fêmea e melhoras nos parâmetros reprodutivos das fêmeas.

### 13.7. SISTEMA DE PISO NO ALOJAMENTO COLETIVO

A qualidade do piso possui grande influência na saúde do casco, sendo maior a prevalência e a intensidade dos problemas de locomoção quando são utilizados os pisos de concreto ripado no lugar dos pisos de concreto compacto (SPOOLDER et al., 2009; KILBRIDE et al., 2010; PLUYM, 2013).

Quando compactos, os pisos devem possuir um bom sistema de drenagem, evitando umidade excessiva do ambiente que pode expor a baia a elevada pressão de infecção. Quando não possuir um bom sistema de drenagem, será necessária a limpeza diária da baia.

O piso deve possuir superfície porosa, porém não abrasiva para evitar futuras lesões de cascos. O tamanho das gretas do piso ripado deve ser considerado na hora da construção, devendo ser adequado para o escoamento da urina e fezes do animal e ao mesmo tempo não permitir que as unhas dos animais possam se prender nos espaços entre elas. Outro fator importante é a qualidade do concreto utilizado, que irá impedir que o piso se quebre ou fique desnivelado. Devido à maior frequência de brigas observadas no manejo coletivo, um piso com as gretas grandes aumentam a chance de problemas de casco, uma vez que as matrizes podem luxar as patas ou machucar as unhas.

Quando vazado (ripado), as frestas devem apresentar uma largura máxima de 20 a 22 mm - isso permitirá que a baia se mantenha limpa, facilitando a queda dos dejetos ao fosso. As placas vazadas do piso devem apresentar suas frestas direcionadas em sentido paralelo à posição das fêmeas no minibox, facilitando o apoio dos aprumos ao piso e reduzindo lesões de cascos.

**Figura 20.** Estrutura de piso na baia coletiva de minibox. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



Possibilitando maior conforto às fêmeas, as instalações devem oferecer área própria para o descanso. Esta área deve possuir superfície limpa e compacta, com espaço suficiente para que todas as fêmeas se deitem simultaneamente.

Quando se trabalha com grupos grandes ou dinâmicos, é importante que o layout das baias coletivas permita que as matrizes subordinadas se escondam ou se protejam das fêmeas dominantes, diminuindo assim a frequência dos encontros agressivos. Outra opção para a redução das brigas é trabalhar com grupos pequenos e estáticos de matrizes gestantes.

Um layout adequado deve ser composto por uma área de convivência comum das matrizes, onde irão se alimentar, beber água e escolher a área de deposição dos dejetos e outras áreas em anexo de descanso e refúgio. Estas baias de descanso e refúgio devem ser separadas por paredes sólidas, de forma a permitir que as matrizes subordinadas se



escondam das demais, e possuir um solo de cimento compacto, não escorregadio, que dará mais conforto para elas se deitarem e descansarem. O layout das **Figuras 21 e 22** a seguir permite que as matrizes subordinadas escapem com maior facilidade das matrizes dominantes e formem subgrupos menores nas áreas de descanso. Deve-se garantir uma quantidade suficiente de bebedouros para os animais de forma a reduzir as disputas por água. De preferência, os bebedouros devem estar bem espalhados na baia para permitir o fácil acesso dos animais.

**Figuras 21 e 22.** Foto representativa do layout das baias em formato de I, com área comum em piso ripado e as áreas de descanso e refúgio em piso compacto.



**Figuras 23 e 24.** Foto representativa do layout das baias em formato de espinha de peixe, com área comum em piso ripado e área de descanso e refúgio em piso compacto.



Como podemos observar, são vários os pontos a ser trabalhados nas granjas para atender os requisitos de bem-estar dos animais. Independente disso, a implantação de boas práticas somente será assegurada por meio da sensibilização dos colaboradores aos pontos críticos do processo de produção. Iniciativas de capacitação e desenvolvimento dos colaboradores são frentes de trabalhos extremamente relevantes para o bom desempenho e harmonia dos grupos.

## 13.8. ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Antes de iniciar a adequação da granja aos padrões de bem-estar animal, é fundamental a realização de um estudo criterioso do processo e da propriedade. Oportunidades



de melhoria devem ser identificadas e analisadas detalhadamente, assegurando a sustentabilidade das decisões ao longo dos próximos anos de atividade.

De forma geral, muitos produtores são questionados a respeito de qual a melhor alternativa: reforma das antigas instalações ou construção de novos projetos já adequados às premissas de bem-estar animal. Certamente, a resposta deve vir acompanhada de uma análise profunda e detalhada das condições pré-existentes, planos futuros, depreciação das instalações, somadas aos investimentos necessários, capturas de custos operacionais e lacunas técnicas presentes em cada situação.

A **Tabela 3** a seguir apresenta um quadro comparativo entre adequações de granjas e novas construções.

**Tabela 3.** Análise comparativa entre a adaptações de granjas antigas e construção de novos projetos.

|                     | <b>Adaptações</b> | <b>Novas construções</b> |
|---------------------|-------------------|--------------------------|
| Custo               | +                 | ++                       |
| Tempo de Construção | +                 | +++                      |
| Produtividade       | Arriscado         | ++                       |

+baixo, ++moderado, +++elevado

**Fonte:** PIC, 2017.

Independente da situação, é importante ter em mente que uma transformação eficiente deve vir acompanhada de tecnologia, buscando otimizar a matriz de mão-de-obra e matriz técnica por meio da melhor expressão de capacidade produtiva dos animais ou da maximização tecnológica dos equipamentos e layouts disponíveis.

### 13.8.1. Incremento de metro quadrado disponível

Nos sistemas convencionais, a economia de espaço e maior número de fêmeas por metro quadrado são as premissas que orientaram os layouts das gestações ao longo das últimas décadas, refletindo no predomínio dos alojamentos em celas individuais. Nestes sistemas, a área ocupada por fêmea perfaz aproximadamente 1,32 metros quadrados. Já nos sistemas adequados, onde a gestação acontece em grupo, os espaços necessários demandados variam de acordo com o tamanho do grupo e também de acordo com o ciclo reprodutivo da fêmea. Em média observa-se um incremento de aproximadamente 70% de área de gestação.

A área de gestação disponível por fêmea deve considerar o bom acesso a bebedouros e comedouros, facilitando o trânsito do grupo. A Tabela 4 a seguir refere-se à área sugerida em relação ao número de fêmeas na baía.

**Tabela 4.** Número de animais e espaço disponível

| <b>Números de animais e espaço disponível</b> |                       |                     |                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|                                               | <b>&lt; 6 animais</b> | <b>6-39 animais</b> | <b>≥ 40 animais</b> |
| Leitoas pós-cobertura                         | 1,81 m <sup>2</sup>   | 1,64 m <sup>2</sup> | 1,48 m <sup>2</sup> |
| Matrizes gestantes                            | 2,48 m <sup>2</sup>   | 2,25 m <sup>2</sup> | 2,03 m <sup>2</sup> |

**Fonte:** Diretiva 2008/120/CE

A demanda de espaço físico durante a transição dos sistemas convencionais é um tema crítico, pois normalmente as granjas mais antigas apresentam em seu histórico ampliações limitadas pelas capacidades físicas das instalações ou de terreno disponível da propriedade. Nestas granjas, as capacidades ambientais são sensíveis e em algumas situações limitadas ou até mesmo esgotadas. Nestes casos, a ampliação da gestação para acomodar o alojamento em grupo não é uma opção factível.

Na ausência da alternativa de ampliação, outra estratégia que deve ser levada em consideração é a redução das escalas de alojamento da granja. A redução da entrada de leitoas abre espaço para a transformação das celas individuais em gestação em grupo. Porém, esta estratégia afeta o faturamento da atividade, pois promove a perda da capacidade de diluição dos custos operacionais, reduzindo as margens e a atratividade da atividade. Assim, a opção de ampliação do plantel da granja deve ser considerada como a estratégia mais competitiva para a adequação.

### 13.8.2. Pontos relevantes

A reforma de uma granja em operação possui desafios particulares, seja pela limitação de espaço ou pela exposição sanitária devido ao trânsito de pessoas, veículos ou mesmo entrada de materiais. Por isso, um importante ponto que deve ser considerado antes do início das obras é o treinamento de terceiros sobre as normas de biossegurança.

Para isso, é importante fazer um bom planejamento levando-se em conta as características da instalação e compreendendo qual projeto se adapta melhor à unidade. Outro fator que precisa ser considerado é o treinamento de capacitação constante da equipe ao novo modelo construtivo. Além do treinamento, os colaboradores devem fazer o acompanhamento constante dos grupos a fim de minimizar problemas com lesões ocorridas por brigas no momento do reagrupamento.

## 13.9. CASE DE ADEQUAÇÃO AO BEA

A granja André da Rocha está localizada na região sul do país e possui aproximadamente 24 anos de atividade. Esta granja de produção de leitões apresenta muitos dos desafios comumente observados nas demais granjas que representam os modelos de granjas instalados ao longo das últimas décadas no setor. Com uma capacidade de aproximadamente 2.300 fêmeas, possui o modelo convencional de produção de leitões: suas gestações são totalmente realizadas em celas individuais.

Classificada como granja eficiente, apresenta ótimos indicadores de desempenho e um processo estável de produção. Três anos atrás, a granja foi desafiada a adequar suas gestações individuais para o sistema de gestação em grupos. Os passos a seguir mostram como se deu este processo:

### 13.9.1. Primeiro passo: planejamento

Nesta etapa foram analisadas detalhadamente as características da granja, layouts construtivos dos galpões, estruturas de comedouros, capacidades internas das instalações, necessidades de ampliações e avaliação da área externa disponível da granja. Projeções de incremento de áreas foram realizadas buscando visualizar acomodações para todas as fêmeas no novo sistema coletivo. As estruturas de equipamentos e celas de metais individuais foram analisadas de forma a assegurar a reutilização e otimização de custos do projeto, possibilitando uma redução de custos de adequação de aproximadamente 25%.

Após prolongado estudo, iniciou-se a formatação do Memorial Descritivo da granja, buscando dar forma às etapas das futuras transformações. Todas as etapas do projeto foram detalhadas, possibilitando uma correta valoração de toda a operação de transformação, considerando os custos com mão-de-obra, serviços preliminares, fundações, materiais de construção entre outros. O Memorial Descritivo, juntamente ao orçamento detalhado, assegura um movimento mais consistente e minimiza as surpresas desagradáveis ao longo da evolução das reformas.

### 13.9.2. Segundo passo: destruição construtiva

Antes de iniciar as obras propriamente ditas, foi necessário abrir espaços nos galpões de gestação. Isso possibilitou dispor de área suficiente para manter o inventário de fêmeas e área disponível para reforma. Desacelerar a reposição da granja ou acelerar o descarte, reduzindo a taxa de ocupação das gestações e com isso o inventário de fêmeas, foram frentes consideradas antes da adequação. Após a remoção das fêmeas da área a ser transformada, iniciou-se a retirada dos equipamentos das instalações.

Uma alternativa bastante eficiente de redução dos custos durante as adequações e reformas das baias coletivas foi o reaproveitamento das ferragens das celas individuais na confecção dos minibox. Teoricamente, granjas que apresentam o sistema de gestação predominantemente individual possuem capacidade total de ferragens para confecção dos miniboxes. No momento da retirada dos equipamentos, o cuidado para preservar as estruturas das celas, comedouros e drops possibilitou maximizar a reutilização.

### 13.9.3. Terceiro passo: capacitação da equipe

A mão-de-obra é um dos temas mais relevantes de qualquer processo de transformação, pois é afetada fortemente no modo de conduzir o processo de gestação das fêmeas. Sendo assim, sensibilizar a equipe técnica sobre a nova forma de fazer as tarefas foi fundamental para assegurar o sucesso dos resultados futuros. Nesta etapa, foram realizadas visitas a granjas que já operam no novo sistema, dias de campo, a abordagem de bases conceituais e exercícios práticos para auxiliar no desenvolvimento da equipe. Além disso, neste período inicial, se intensificou o volume de horas dedicadas à fase da gestação.

### 13.9.4. Quarto passo: adaptação das fêmeas às novas instalações

Após finalizadas as obras, iniciou-se o processo de alojamento das fêmeas ao novo sistema de gestação em grupo. Nesta granja o sistema escolhido foi o "cobre e solta" com grupos de 18 fêmeas. Apesar de se tratar de uma granja originalmente concebida para gestação individual, não houve perdas na capacidade de alojamento, mantendo-se o patamar de alojamento de 2.300 fêmeas. Isso foi possível pela presença de três corredores (um central e dois laterais) nas gestações antigas, que permitiram maiores dimensões das baias coletivas.

A tecnologia adotada faz referência às baias com pisos vazados e o sistema de comedouros é constituído por minibox com drops. Antes do alojamento das fêmeas foi necessário uma atenção redobrada aos cascos, pois os pisos novos tendem a ser mais abrasivos e as fêmeas apresentar lesões por não estarem adaptadas a esta nova superfície. Por isso, recomendou-se inspecionar os cascos após cinco dias de alojamento e aplicar protetores ou cicatrizantes quando necessário.

### 13.9.5. Quinto passo: adequação das fêmeas ao grupo

O alojamento coletivo é uma nova experiência para as fêmeas, que até o momento viviam em celas individuais com mínima possibilidade de desenvolver e manifestar os comportamentos inerentes da espécie. As fêmeas que viveram um longo período de maneira individual podem manifestar maior agressividade. Nestas condições, conflitos e brigas tendem a acontecer até o momento em que a nova hierarquia se estabelece na baia. Por isso é importantíssimo monitorar e supervisionar o comportamento das matrizes nas baias de forma a prevenir desgastes, fadigas, lesões e perdas de fêmeas por conflitos prolongados.

### 13.9.6. Sexto passo: adaptação da equipe ao novo sistema

Em um primeiro momento, a equipe demonstrou receio em relação ao novo sistema, devido à ocorrência de elevado número de fêmeas ferimentos, claudicações e lesões de cascos. Após os manejos adequados, tratamentos e cuidados, os problemas diminuíram. Para reduzir o número de brigas, o número de tratadas foi aumentado como forma de manter as fêmeas mais ocupadas e asseadas durante as primeiras semanas do alojamento coletivo. Algumas tarefas foram fortemente alteradas como, por exemplo, a identificação de fêmeas vazias após 28 dias com auxílio de ultrassom.

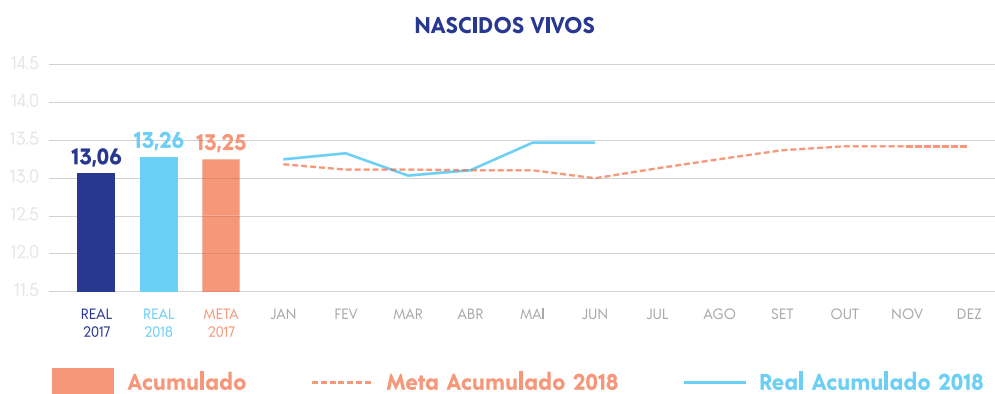
Logo se percebeu algumas vantagens: identificação de fêmeas com baixo apetite, com quadro inicial de problema respiratório e com trauma do aparelho locomotor ao apresentarem claudicações durante a movimentação na baia. Isso facilitou a medicação dos indivíduos de forma mais precisa e assertiva. Na percepção das equipes, a vocalização das fêmeas e os movimentos estereotipados se reduziram após a transferência dos sistemas.

A equipe ainda mencionou que o layout das gestações em baias coletivas permitiu uma menor poluição visual (sem a presença das celas), um ambiente mais ventilado e mais iluminado. Raspar a superfície para manter a limpeza das baias não foi mais necessário, assim este tempo pôde ser dedicado ao cuidado dos animais.

A percepção visual de maior harmonia das fêmeas com o meio reverberou um sentimento de bem-estar e satisfação que se refletiu, inclusive, na motivação da equipe de funcionários da granja.

### 13.9.7. Sétimo passo: evolução dos resultados

**Gráfico 1.** Evolução do indicador de nascidos vivos após a reforma da granja. **Fonte:** acervo pessoal dos autores.



## 13.10. CONCLUSÕES

O crescente interesse dos consumidores a respeito da origem dos alimentos e a forma como são produzidos é uma realidade nas diferentes cadeias produtivas. Nesta direção, a suinocultura deve se posicionar de forma proativa, adequando processos, incorporando boas práticas e maior ética como valor agregado a seus produtos.

As excelentes performances técnicas de produtividade já não são mais dúvidas nos sistemas que operam com elevado padrão de bem-estar animal na produção de suínos. A utilização de boas práticas e a capacitação técnica dos colaboradores somadas à transformação gradativa dos sistemas de gestação individuais para coletivos mostram-se uma oportunidade de ganhar competitividade em mercados nacionais e internacionais.

Como quarto maior produtor e exportador de produtos suínos do mundo, o Brasil possui um papel fundamental em atuar de maneira proativa e decisiva na evolução de sua cadeia produtiva a partir da adoção e inovação constante de boas práticas de produção.

## 13.11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; CRONIN, G. M.; JONGMAN, E. C.; HUSTON, G. D. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 52, p. 1-28, 2001.
- BENCH, C.J.; RIOJA-LANG C.F.; HAYNE, S.M.; H.W.GONYOU, S.M. 2013. Group gestation sow housing with individual feeding—II: How space allowance, group size and composition, and flooring affect sow welfare. *Livestock Science* v.152, p.218–227.
- BERGERON, R., MEUNIER SALAUM, M.C.; ROBERT, S., FAUCITTANO, L.; SCHAEFER, A.L. 2008. The welfare of Pigs- from birth to slaughter. In *The welfare of pregnant and lactating sows*. Wageningen Academic Publishers, Netherlands. p.64–86.
- BORNETT, H.L.I. et al. Impact of animal welfare on costs and viability of pig production in the uk. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, v. 16, 2003, p.163–186.
- BORTOLOZZO, F. P., et al. *Suinocultura em ação: A fêmea Suína Gestante*. Porto Alegre: Gráfica da UFRS, 2007. 4v.
- BROOM, D.M. e FRASER, A.F. 2007. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. 4 th Ed. CAB International, London, 448p. p. 34–54.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. 2010. *Comportamento e bem-estar de animais domésticos. Domestic animal behaviour and welfare*. Tradução: Carla Forte Maiolino Molento. 4. ed. Barueri: Manole.
- CHAPINAL, N, RUIZ-DE-LA-TORRE, J L, BAUCCELLS A C, DOLORES M, GASA J, MANTECA X., 2008. Feeder Use Patterns in Group-Housed Pregnant Sows Fed With an Unprotected Electronic Sow Feeder (Fitmix). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, Vol. 11, Iss. 4.
- CHAPINAL, N., RUIZ DE LA TORRE, J. L., CERISUELO, A. , GASA, J., BAUCCELLS, M. D., COMA, J. VIDAL, A. MANTECA, X. 2010. Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems. *Journal of Veterinary Behavior*, Vol 5, No 2, March/April.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Directiva 2008/120/CE del Consejo de 18 de diciembre de 2008 relativa a las normas mínimas para la protección de cerdos (Version codificada). Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008L0120>. Acesso em 30 nov. 2018.
- DE PASSILLE, A.M.B., CHRISTOPHERSON, R., RUSHEN, J., 1993. Nonnutritive suckling by the calf and postprandial secretion of insulin, CCK and gastrin. *Physiol. Behav.* 54:1069–1073.
- DOMINIEK, M., LIESBET, P., OLLI, P., 2016. Impact of group housing of pregnant sows on health. *Porcine Health Management*. Pag.17, V.2, Issue 1.
- DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. 1997. Understanding Animal Welfare. In: Appleby, M. C.; Hughes, B. O. *Animal Welfare*. London: Ed. Cab International. p. 19–31.
- DIAS, C.P., SILVA, C. A., MANTECA, X. *Bem Estar dos Suínos*. Londrina: Midiograf – Gráfica e editora, 2016. 403 p.
- GREGORY, N.G. 2007. Pigs. In: *Animal Welfare and meat production*. London: BBRSC and Royal Veterinary College, Chap 6, p.94–112
- MASON, G. J.; Stereotypies: a critical review. *Behaviour Science*, Amsterdam, v 41, p. 1015–1037, 1991.
- McGLONE, J. J.; VON BORELL, E. H.; DEEN, J.; JOHNSON, A. K.; LEVIS, D. G.; MEUNIER-SALAÜN, M.; MORROW, J.; REEVES, D.; SALAK-JOHNSON, J. L.; SUNDBERG, P. L. Compilation of the scientific literature comparing housing systems for gestating sows and gilts using measures of physiology, behavior, performance, and health. *The Professional Animal Scientist*, Champaign, v 20, p.105–117, 2004.
- MANTECA, X.; GASA, J. *Bienestar em el ganado porcino*. Barcelona: Boehringer Ingelheim, 2008.
- MORRISON, R. Large group system for gestation sows. In: *SYMPOSIUM ON SWINE HOUSING AND WELL-BEING*, 2002, Des Moines, Iowa. Proceedings... Des Moines, 2002. p. 53–54.



NEVES, M. F.; LIMA JÚNIOR, J.C.; CHAVES DE SÁ, N.; ALVES PINTO, M. J.; KALAKI, E.B.; GERBASI, T.; GALLI, R.M.; VRIESEKOOOP, F., Mapeamento da Suinocultura Brasileira. Gráfica Qualytá, Brasília, 2016, 368 p.

PERINI, J. E. G. N. Comportamento, bem-estar e desempenho reprodutivo de matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas e em gaiolas individuais. 2017. 114 p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

RIBAS, J.C.R.; NEVES, J.E.G.; MAURO, P.A.; LEMME, C.F.; RUEDA, P.; CIOCCA, J.R.P. Gestação coletiva de matrizes suínas: visão brasileira da utilização de sistemas eletr nicos de alimentação, Estudo de Caso – World Animal Protection, São Paulo, 2015, 4 p.

RIBAS, J. C.; DIAS, C.P.; LUDTKE, C. B.; Gestação coletiva de matrizes suínas, Boas práticas para o bem-estar na suinocultura, DUO Design, BR S LIA, 2018.

SCHMOLKE, S. A.; LI, Y. Z.; GONYOU, H. W. Effect of group size on performance of growing-finishing pigs. Journal of Animal Science, Champaign, v. 81, p. 874-878, 2003.

SOUZA, C. Ovulação e desenvolvimento uterino, placentário e fetal em marrãs gestantes tratadas com tiroxina. IN: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais; p.19; 2009.



# CAPÍTULO 14 – PERIPARTO E IMUNIDADE NEONATAL

**Autores:** ULGUIM, R. R.; ROTAVA, J.; Will, K.J.; MALLMANN, A.L.

**Contato:** rafael.ulguim@ufrgs.br

## 14.1. INTRODUÇÃO

O periparto é definido como o intervalo de tempo imediatamente anterior e posterior ao parto. Nesse período, uma série de modificações metabólicas ocorrem nas matrizes suínas. Primeiro, pela maior exigência de crescimento dos fetos no final da gestação; posteriormente, pela necessidade de produção de colostro e leite. Assim, é fundamental uma adequada preparação da matriz para evitar desequilíbrios nutricionais e garantir uma produção suficiente de colostro e leite, necessários para proporcionar maior imunidade aos neonatos e reduzir a mortalidade pré-desmame. Garantir a saúde e bem-estar da fêmeas e leitões durante essa fase produtiva, por meio de práticas adequadas de manejo e ambiência, é fundamental para atingir os resultados esperados. Ao longo deste capítulo serão abordados aspectos de manejo e nutricionais que devem ser observados no pré-parto, parto e pós-parto capazes de influenciar o bem-estar animal e afetar diretamente a produtividade das matrizes e leitões.

## 14.2. PRÉ-PARTO

### 14.2.1. Impactos do estresse pré-parto na fêmea e nos leitões

Fatores estressantes durante a gestação podem trazer consequências negativas de ordem produtiva e de bem-estar para fêmea e leitões. Medo, disputa por alimentação, problemas de saúde e locomotores são fatores estressantes que ativam o sistema neuroendócrino do estresse e comumente são observados pela expressão de comportamentos atípicos dos animais. Os impactos sobre parâmetros reprodutivos de diferentes formas de alojamento das matrizes durante a gestação são mais perceptíveis na fase de implantação dos embriões. No periparto esses impactos são menores e muitas vezes pouco dimensionados. O efeito de estereotípias nas fêmeas, que indicam condições de estresse, é bem documentado (RUTHERFORD et al., 2014), embora exista uma certa dificuldade em provar os impactos sobre os leitões de alterações do bem-estar durante a gestação. Recentemente Merlot et al. (2018) demonstraram uma redução da mortalidade de leitões durante a lactação, quando considerado o alojamento das fêmeas em um sistema com enriquecimento ambiental – condição que proporciona melhor bem-estar durante a fase gestacional. Apesar disso, os mecanismos que levam a essa redução na mortalidade de leitões são pouco compreendidos e difíceis de explicar. Existem resultados similares na literatura (TUCHSCHERER et al., 2002), mas também casos onde não se observa esse benefício sobre a mortalidade de leitões (MERLOT et al., 2013).

O estresse pelo calor é um fator bastante estudado em suínos e que possui impacto em diferentes fases da produção. Há relatos de que fêmeas submetidas ao estresse pelo calor nos dias que antecedem o parto possuem dificuldade de expressão de comportamentos

compensatórios de termorregulação, o que leva a um comprometimento do bem-estar com consequente aumento da duração de parto, redução de consumo na lactação e impactos negativos no desempenho dos leitões na lactação atribuídos a uma redução na produção de leite (MUNS et al., 2016). Os impactos do estresse pelo calor durante a fase gestacional são pouco estudados quando comparados aos estudos na fase de lactação, mas os impactos produtivos parecem maiores na fase de implantação embrionária. As abordagens experimentais e resultados de impactos produtivos na fase final de gestação são escassas. São necessários mais estudos para dimensionar esse efeito de forma a sensibilizar a cadeia produtiva não somente pelo lado produtivo, mas por questões relacionadas ao bem-estar animal.

### 14.2.2. Manejo nutricional pré-parto

As necessidades nutricionais da fêmea suína aumentam ao longo da gestação devido ao desenvolvimento do aparelho mamário e dos fetos. Especialmente no terço final da gestação, período compreendido entre os 80 dias de gestação e o parto, essas mudanças são mais expressivas. Mcpherson et al. (2004) mostraram um crescimento de ordem cúbica dos leitões ao longo da gestação, no qual a deposição de proteína no feto foi de 0,25 g/dia até o 69º dia de gestação. A partir do 70º dia de gestação, foi de 4,63 g/dia. Ao longo dos últimos anos houve um avanço genético que determinou aumento expressivo do tamanho da leitegada. No entanto, o maior número de leitões nascidos veio acompanhado pela redução do peso médio ao nascimento e principalmente do percentual de leitões de baixo peso ( $\leq 1$  kg). Nesse sentido, diferentes programas nutricionais são indicados para atender as demandas da fêmea e buscar melhorar o peso dos leitões ao nascimento. Sabe-se que leitões de baixo peso apresentam menor taxa de sobrevivência nos primeiros três dias pós-parto (PANZARDI et al., 2013) e possuem maior dificuldade de disputar o acesso para a ingestão de colostro, o que pode determinar um consumo abaixo do mínimo necessário. A menor taxa de sobrevivência dos leitões não afeta somente as questões econômicas e de produtividade, mas também deve ser considerada como uma questão de bem-estar animal. Assim, as estratégias a serem discutidas posteriormente levam também em consideração os esforços científicos para superar esse desafio.

A estratégia nutricional nas fêmeas durante o período gestacional inicia-se a partir de um adequado controle do escore corporal dos animais logo após o desmame. Essa avaliação pode ser feita visualmente por profissional treinado. Mais recentemente, passou-se a utilizar o Caliper, método mais objetivo e que reduz erros de avaliação do operador (ver **Figura 1** a seguir).

É prática consolidada na maioria das granjas o aumento na quantidade de ração ofertada às fêmeas na fase final de gestação (bump-feeding). O procedimento tem o objetivo de aportar energia e aminoácidos às fêmeas e aos leitões. No entanto, deve-se deixar claro que não será na fase final de gestação o momento de ajuste de condição corporal. Isso deve ser realizado nos dois terços iniciais da gestação de forma a não comprometer os eventos de parto e lactação. O ajuste de escore corporal deve ser realizado até os 80 dias de gestação com o objetivo de se obter um maior percentual de animais com escore ideal segundo recomendações das distintas linhagens genéticas. Nesse período, a quantidade de ração deve ser reduzida para fêmeas gordas e aumentada para as fêmeas magras. Fêmeas muito gordas têm mais dificuldade em parir e consumir ração durante a lactação. Já as fêmeas magras sofrerão catabolismo exacerbado. As duas situações podem implicar na redução da produção de colostro e de leite, o que afeta diretamente a sobrevivência e imunidade dos leitões.

**Figura 1.** Equipamento Caliper para indicar a condição corporal das fêmeas suínas. A cor rosa indica condição ideal; verde significa que a fêmea está magra e o amarelo, gorda. **Crédito:** Agrocere PIC



Recentemente, alguns estudos têm sido divulgados a respeito do efeito do bump-feeding sobre o peso de leitões ao nascimento. Estes estudos permitiram rediscutir procedimentos adotados até então na rotina das granjas. Gonçalves et al. (2016) avaliaram o fornecimento de dietas com diferentes níveis de lisina (10,7 e 20g) e dois níveis de energia (5,90 e 8,85 Mcal EM/dia) dos 90 aos 111 dias de gestação. O resultado foi um aumento discreto de  $30 \pm 8,2$  g no peso ao nascimento de leitões nascidos vivos quando as mães receberam uma dieta com maior nível de energia. Em recente estudo realizado por Mallmann et al. (2018), o aumento no fornecimento de ração de 1,8 kg/d para 2,2 kg/d no terço final da gestação (90 a 112 dias) não resultou em um maior peso dos leitões ao nascimento. Além disso, o maior consumo de ração na fase final de gestação determinou um efeito negativo no consumo de ração durante a lactação. Ren et al. (2017) avaliaram o efeito de diferentes níveis de alimentação (0,5 x necessidade de manutenção; 1,0 x necessidade de manutenção; 1,5 x necessidade de manutenção; 2,0 x necessidade de manutenção) em três diferentes e curtos períodos da gestação (27-34 dias, 55-62 dias, 83-90 dias) e também observaram que o aumento no consumo na gestação reduziu o consumo de ração das fêmeas durante a lactação e consequentemente resultou em menor ganho de peso e maior perda de gordura. Nos estudos mais atuais, os resultados do bump-feeding sobre o peso dos leitões são discretos, o que pode significar uma redução expressiva nos custos com ração/fêmea/ano. No entanto, são necessárias mais informações sobre a utilização desse manejo em ciclos produtivos consecutivos das fêmeas para entender o desempenho reprodutivo e longevidade das matrizes. São escassas na literatura científica informações sobre os impactos no bem-estar animal da supressão do bump-feeding.

A necessidade de se considerar a condição corporal das fêmeas no início do manejo é a principal ponderação nas discussões sobre as quantidades de ração oferecidas no final da gestação. Fêmeas com escore corporal ideal ou gordas não deveriam ser submetidas a um aumento de ração, ao passo que, em fêmeas magras, o manejo é recomendado. Fêmeas gordas possuem maior dificuldade em parir o que pode impactar em dois sentidos: 1) maior estresse da fêmea durante o parto e aumento do percentual de natimortalidade (LUCIA et al., 2002; OLIVIERO et al., 2010); e 2) maior desafio metabólico na fase de lactação, que impacta a capacidade de produção de leite e a condição corporal da matriz ao

desmame (EISSEN et al. 2000). Os dois fatores diretamente afetam as condições de bem-estar dos animais, devendo-se considerar ainda o aumento de problemas locomotores e o descarte ou sacrifício de fêmeas por esse motivo (PRUNIER et al, 2010). De forma semelhante, fêmeas magras também terão maior dificuldade em parir e alimentar sua progênie em função das escassas reservas energéticas.

### 14.2.3. Água

A água é um nutriente essencial aos animais em todas as fases de produção, portanto seu fornecimento deve ser contínuo e em baixa temperatura, com controle de qualidade permanente (MELLAGI et al., 2010). As fêmeas gestantes consomem cerca de 12L/dia de água, enquanto fêmeas lactantes requerem cerca de 20L/dia, podendo chegar a consumir até 40L/dia para a produção de leite e para neutralizar grandes quantidades de produtos metabólicos na urina (NRC, 2012). Nos sistemas de fornecimento tipo calha sempre deve-se manter água disponível e realizar a limpeza diária do sistema. Nos sistemas tipo niple (chupeta) a vazão recomendada para o consumo adequado é de 2L/minuto de água (CLOSE & COLE, 2000). Um consumo baixo pode afetar diretamente a produção de leite e de colostro e, por consequência, o desempenho e a saúde dos leitões.

### 14.2.4. Manejo de transferência da gestação para maternidade

A gestação da fêmea suína tem duração média de 114 – 116 dias, com uma amplitude de 110 a 120 dias (MELLAGI et al., 2006). Em função disso, as fêmeas devem ser transferidas para a maternidade cinco a sete dias antes do parto para evitar que partos ocorram no galpão de gestação e também para que as fêmeas se adaptem ao novo ambiente. A transferência deve ser realizada de forma cautelosa e nas horas mais frescas do dia, no início da manhã ou no final da tarde. Previamente à transferência das fêmeas, deve ser realizada uma limpeza e desinfecção da sala de parto, mantendo um vazio sanitário de dois a três dias para reduzir a pressão de infecção na instalação e evitar que os neonatos entrem em contato com uma carga elevada de agentes infecciosos antes que adquiram imunidade passiva pela ingestão de colostro.

### 14.2.5. Vacinações pré-parto

Os protocolos de vacinação variam de acordo com o desafio de cada granja e recomendação do médico veterinário. As vacinas podem ser realizadas nas fêmeas no período pré-parto ou diretamente nos leitões durante a fase de lactação. No pré-parto, o objetivo é induzir resposta imune que proporcione aos neonatos aquisição de imunidade passiva pela ingestão de colostro. Os protocolos vacinais pré-parto também buscam proteger as matrizes contra doenças infecciosas que podem afetar o desempenho reprodutivo do ciclo subsequente. Especificamente nesse período pré-parto, há uma atenção especial para a vacinação que confere proteção contra a colibacilose neonatal. Problemas respiratórios relacionados à rinite atrófica também podem ser controlados com vacinações nas fêmeas durante a gestação ou nos leitões durante a lactação. Leitoas vacinadas no pré-parto necessitam receber duas doses para ampliar a resposta imune porque o contato com os diversos agentes infecciosos acontecem ao longo da vida do animal. Por ser jovem,

esta categoria necessita de reforço de vacinação entre 70 e 90 dias de gestação para proporcionar maior quantidade de anticorpos no colostro. Por possuírem maior exposição ao ambiente, matrizes pluríparas são vacinadas uma única vez, normalmente aos 90 dias de gestação.

Durante a lactação os leitões são vacinados para controle de doenças como a pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*), circovirose (Circovírus suíno tipo 2 e 3) e de acordo com o desafio da granja para outras doenças do sistema respiratório ou entéricas, como a salmonelose. Assim, a adequada imunização dos neonatos é fundamental para o controle de uma série de doenças, sendo que a garantia de consumo de colostro é necessária para atingir esse objetivo conforme será abordado mais adiante neste capítulo.

## 14.3. CUIDADOS DURANTE O PARTO

### 14.3.1. Impactos do estresse no parto sobre a fêmea e os leitões

O parto por si já representa um momento de estresse em função do processo de dor pelo qual os animais passam nesse período. A duração do parto pode afetar questões de saúde e bem-estar das fêmeas e leitões, sendo que partos prolongados são mais problemáticos e provocam mais dor (MAINAU e MANTECA, 2011). Vários fatores fisiológicos e características da leitegada estão relacionados à duração do parto, sendo que os fatores estressantes do ambiente também podem influenciar a duração desse evento. Situações estressantes podem interromper o parto pois a liberação de opióides inibem a secreção de ocitocina (LAWRENCE et al., 1992) necessária para as contrações uterinas. Partos prolongados são associados a um maior percentual de natimortalidade (BORGES et al., 2005) e distocias podem representar até 50% das causas de morte de fêmeas durante a lactação (SANZ et al., 2007). Forma de alojamento, manejo, alimentação, temperatura da sala, são fatores que podem desencadear o processo de estresse. Na sequência, destacamos algumas estratégias de manejo que ajudam a evitar situações de estresse no parto e que podem minimizar os impactos negativos sobre as fêmeas e leitões.

### 14.3.2. Alimentação (imediatamente antes e após o parto)

Nos três dias que antecedem o parto, usualmente recomenda-se reduzir gradativamente a quantidade de ração para as fêmeas e suspender na data prevista para o parto. Essa medida tem como objetivo evitar a constipação e reduzir problemas no parto. Porém, deve-se ter o cuidado para que a fêmea não fique sem comer caso o parto não ocorra na data prevista. Assim, é importante conhecer os sinais de parto para evitar de forma antecipada o manejo de restrição alimentar das parturientes e com isso induzir uma situação desnecessária de estresse. Cerca de 24 horas antes do parto as fêmeas tendem a reduzir o apetite voluntariamente (BERNARDI, 2007), o que poderia sugerir a não realização do jejum no dia previsto do parto.

Até o terceiro dia pós-parto recomenda-se um aumento gradual no fornecimento de ração. Porém, o apetite das fêmeas nos primeiros dias após o parto pode ser um fator limitante para a ingestão de nutrientes. Comumente o consumo acaba sendo inferior à demanda energética. Por isso, o ideal seria a fêmea aumentar o consumo rapidamente após o parto, evitando assim um excesso de mobilização de reservas corporais (THEIL, 2015).



### 14.3.3. Atendimento ao parto

O parto é um momento muito importante para as fêmeas e os leitões, devendo ocorrer em um período curto, sem intervenções, e que os leitões tenham possibilidade de mamar grande quantidade de colostro nas primeiras horas de vida (WENTZ et al., 2009). Conhecer as mudanças que indicam o início do parto facilita a adoção de medidas de intervenção que podem determinar a ocorrência de um parto tranquilo e o bom desempenho das fêmeas na lactação. Previamente ao parto podem ser observadas mudanças na glândula mamária, mudanças comportamentais, mudanças na vulva e secreções vulvares que podem indicar quão próximo está o parto (BERNARDI, 2007). O edema e hiperemia da vulva são evidentes e se iniciam entre três e quatro dias antes. Nas 24 horas que antecedem o parto pode ser observado o edema mais acentuado da glândula mamária, maior agitação, as porcas deitam e levantam com frequência, reduzem o apetite, urinam e defecam com maior frequência. Cerca de 12 horas antes do parto, geralmente elas apresentam sinais de fazer ninho, o que se caracteriza em fêmeas confinadas por morder as barras de ferro e outros objetos que estejam na baia. Já entre seis e oito horas antes do parto, pode-se observar o sinal mais evidente, que é a secreção láctea em jatos. Entre uma e duas horas antes do parto, a fêmea se acalma e realiza movimentos de esticar e encolher os membros em direção ao abdômen. Uma porção de fluido contendo sangue pode ser expelida (BERNARDI, 2007).

A duração média do parto é geralmente de menos de três horas, porém pode variar de 30 minutos a mais de dez horas (KIRKWOOD et al., 2012), sendo o intervalo médio entre o nascimento de leitões de dez a 20 minutos, mas podendo chegar até uma hora (WENTZ et al., 2009). A expulsão das membranas fetais pode levar de 20 minutos até 12 horas após o último leitão (KIRKWOOD et al., 2012). Ao acompanhar o parto é importante dar atenção para todas as fêmeas e leitões, sabendo quando e como intervir em cada situação (WENTZ et al., 2009). As principais causas de distocias são inércia uterina, exaustão, má apresentação fetal, obstrução do trato reprodutivo, ou ainda mau uso de protocolos de indução de parto (KIRKWOOD et al., 2012).

Para uma correta intervenção é preciso conhecer a fisiologia do parto, as possíveis causas de distocias e os indicativos que estas apresentam. Para isso, é importante observar periodicamente os sintomas do parto, as condições físicas da fêmea e anotar o horário de nascimento de cada leitão, pois geralmente não se indica intervenção em intervalos entre nascimentos menores que 30 minutos (WENTZ et al., 2009; KIRKWOOD et al., 2012). Além de monitorar o intervalo entre nascimentos, registrar a ordem de nascimento permite adotar o manejo de revezamento dos leitões para o consumo de colostro. Nesse manejo é possível prender no escamoteador os primeiros leitões nascidos para que o restante possa ter acesso ao aparelho mamário e, por consequência, ao colostro.

As intervenções no parto devem ser iniciadas pela identificação da presença de contrações abdominais, realização de massagem do aparelho mamário e tentativa das fêmeas levantarem e trocarem a posição em que estavam deitadas. Na presença de contrações sem haver nascimento após os procedimentos citados anteriormente, deve-se realizar a palpação transvaginal para identificação de obstruções na via fetal (WENTZ et al., 2009). A realização da palpação deve ser realizada com todos os cuidados de higiene e buscando evitar danos ao trato reprodutivo. A opção pela palpação sempre é a última tentativa, considerando que a realização do procedimento pode resultar na redução do desempenho reprodutivo subsequente das matrizes, bem como a ocorrência de infecções uterinas que podem determinar a redução da produção de leite e o desempenho dos leitões. Em estudo realizado por Mellagi et al. (2009) observou-se o comprometimento reprodutivo no grupo de fêmeas em que foi realizada a intervenção obstétrica manual.

Nesse grupo observou-se de acordo com a ordem de parto (OP) um maior IDE (intervalo desmame-estro) em fêmeas OP1 ( $8,0 \pm 8,1$ ) e OP2 ( $5,2 \pm 4,2$ ) comparado ao grupo controle ( $5,7 \pm 4,8$  e  $4,5 \pm 3,3$  dias, respectivamente), menor taxa de parto em fêmeas OP3-5 (83,6%) comparado ao grupo controle (90%) e menor número de nascidos totais em fêmeas OP6-10 ( $11,8 \pm 3,3$ ) comparado ao grupo controle ( $12,5 \pm 3,2$ ). Além disso, também encontrou maior taxa de remoção entre o parto e a inseminação pós-desmame no grupo intervenção (21,9%) comparado ao controle (9,0%).

A grande amplitude na duração da gestação citada anteriormente, determina que algumas unidades utilizem protocolos hormonais para concentrar os partos e o atendimento aos neonatos. A indução de partos pode ser realizada com a aplicação de prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ ) e seus análogos associadas ou não a ocitócitos (Wentz et al., 2009). Gheller et al. (2011) utilizaram cloprostenol sódico um dia antes da data prevista do parto, seguido pelo uso de carbetocina ou ocitocina 24 horas após. Eles observaram que mais de 90% das matrizes tiveram o parto em até 28 horas após a aplicação do cloprostenol. Essa é uma boa estratégia quando se tem mão-de-obra disponível para o atendimento aos neonatos e, dessa forma, garantir uma adequada orientação para o consumo de colostro. No entanto, para realização do manejo de indução deve-se conhecer a idade média gestacional da granja e um registro de informação da primeira inseminação confiável a fim de evitar a indução de partos precoces que comprometem a vitalidade e sobrevivência dos neonatos. Além disso, há uma discussão quanto aos efeitos da indução do parto sobre a produção de colostro. De acordo com Otto et al. (2017) a produção de colostro e concentração de IgG não são afetadas em fêmeas induzidas ao parto quando comparadas àquelas com parto natural. Em estudo retrospectivo baseado em 60.990 registros de parto, Vanderhaeghe et al. (2011) observaram que cerca de 10% dos partos ocorrem com menos de 114 dias de gestação. A fim de evitar estes partos precoces, os autores avaliaram o uso de altrenogest fornecido diariamente do dia 110 ao dia 112 de gestação. No grupo tratado, a média da duração da gestação foi de  $115,3 \pm 1,23$  dias, com amplitude de 114 a 119 dias. Não houve diferença significativa em parâmetros reprodutivos comparado às fêmeas não tratadas que pariram entre 114-119 dias de gestação.

Recentemente têm sido explorados os impactos da duração do parto sobre o desempenho das matrizes, sendo que dentre as poucas observações existentes há relatos de que partos longos ( $357 \pm 207$  minutos) estão relacionados a uma redução do desempenho reprodutivo das matrizes quando comparadas àquelas fêmeas com duração de parto mais curta ( $255 \pm 126$  minutos;) (OLIVIERO et al., 2013).

Sendo assim, o acompanhamento do parto é de fundamental importância para maximizar o número de leitões nascidos vivos, bem como para proporcionar um parto com menos prejuízos à saúde e ao bem-estar da porca e dos neonatos.

#### 14.3.4. Atendimento ao leitão neonato

Os primeiros três dias após o parto são os mais críticos para a sobrevivência dos leitões. Por isso, manejos que visam a evitar perda de calor pelo leitão e garantir o rápido consumo de colostro são fundamentais para aumentar a taxa de sobrevivência e melhorar o desempenho dos leitões. O primeiro procedimento a ser realizado após o nascimento do leitão é a desobstrução das vias aéreas através da remoção das membranas fetais, evitando que ocorra a obstrução e comprometimento da respiração. Em seguida, deve ser realizado o procedimento de secagem, com o auxílio de papel toalha ou pó secante (DALLANORA et al., 2014).

De acordo com Herpin et al. (2002), a perda de calor é crítica para leitões logo após o nascimento, pois eles ainda estão molhados e com os fluídos de nascimento - o que facilita a troca de calor com o meio -, além de não possuírem capacidade isolante de gordura, com a capacidade de termorregulação ainda pouco desenvolvida. Após a secagem, recomenda-se o corte e a desinfecção do umbigo. O umbigo serve como porta de entrada para diferentes patógenos, portanto erros nesse manejo podem determinar a ocorrência de doenças ou mesmo processos inflamatórios locais.

Atualmente, um dos grandes desafios no atendimento aos neonatos é relacionado ao maior percentual de leitões de baixo peso nascidos vivos. Esses leitões possuem menor vitalidade, o que dificulta a manutenção da temperatura corporal e o acesso ao consumo de colostro. Algumas estratégias têm sido avaliadas como o uso de aleitamento artificial, suplementos energéticos ou fornecimento de colostro diretamente para os leitões de baixo peso. Todos os esforços são realizados no sentido de fornecer energia e garantir o consumo mínimo de colostro conforme detalhado a seguir.

### 14.3.5. Produção colostro

O colostro é a primeira secreção da glândula mamária, produzida até cerca de 12 a 24 horas após o parto, quando ocorre a modificação na sua composição e inicia-se a produção de leite (LE DIVIDICH et al., 2005; QUESNEL et al., 2012). O volume de colostro produzido pelas fêmeas é muito variável. Quesnel (2011) estimou o volume de colostro liberado nas primeiras 24 horas após o parto e encontrou uma variação de 1,66 a 5,60 kg, com média de  $3,32 \pm 0,11$  kg de colostro. Os resultados são similares aos de Machado et al. (2016), que observaram uma média de produção de  $3,4 \pm 0,10$  kg com uma variação de 0,9 a 5,9 kg. No entanto, em estudo realizado por Otto et al. (2017), a produção média de colostro foi de  $4,7 \pm 0,12$  kg, variando de 1,4 a 7,8 kg. Segundo Machado et al. (2016), 28% da variação na produção de colostro foi explicada pelo peso ao nascimento dos leitões nascidos vivos e pelo tamanho do primeiro par de tetos. Assim, segundo Quesnel et al. (2012), o foco da nutrição e da seleção genética deve ser melhorar três fatores que são fundamentais para aumentar o consumo de colostro pelos leitões: habilidade dos leitões à mamada, reduzir a variabilidade de peso ao nascimento entre os leitões e aumentar a produção de colostro pelas fêmeas.

Uma série de pesquisas indicam diferentes estratégias nutricionais com objetivo de aumentar a produção do colostro ou alterar sua composição. Dentre esses, há respostas demonstrando que o fornecimento de uma dieta com alto teor de fibra bruta (11%) dos 25 dias de gestação até o parto comparada a uma dieta com 2,8% de fibra não afetou a composição, porém, houve um aumento de 15% na produção de colostro (QUESNEL et al., 2009). No mesmo sentido, Theil et al. (2014) observaram que dietas com altos teores de fibra no final da gestação podem ter benefícios na produção de colostro pelas fêmeas. Também há relatos de que o aumento de gordura na dieta final da gestação resultou em um incremento do teor de gordura presente no colostro (THEIL et al., 2014).

Outros componentes alternativos já foram testados, no entanto os resultados são controversos - às vezes, pouco efetivos em aumentar a produção de colostro e de difícil aplicabilidade no campo. Assim, em termos de aplicação prática, pouco é abordado sobre recomendações para aumentar a produção de colostro com alterações de dieta. No entanto, aumentos de ração no terço final da gestação são comumente praticados. Cabe destacar nesse momento que o sobrepeso na gestação tem um impacto negativo no desenvolvimento da glândula mamária devido ao excesso de deposição de gordura nesse

tecido (FARMER e SORENSEN, 2001), o que certamente reduz a capacidade de produção de colostro.

Fornecer uma ambiência adequada para as matrizes associada a uma boa dieta favorece o consumo de ração e melhorias na produção de colostro e de leite. Estudos em suínos focados em avaliações do impacto do estresse sobre a produção de colostro são metodologicamente desafiadores em função da dificuldade de atribuição dos diferentes fatores estressores e de suas associações. Assim, de acordo com Merlot et al. (2013), o impacto do estresse fisiológico sobre a produção e composição do colostro tem sido pouco estudado.

#### 14.3.6. Imunidade do neonato e consumo de colostro

A placenta dos suínos é do tipo epiteliocorial difusa, a qual não permite a passagem de imunoglobulinas da circulação materna para os fetos (BLAND et al., 2003). Assim, os leitões devem adquirir imunoglobulinas pela ingestão de colostro para que estejam protegidos até o completo desenvolvimento do seu sistema imune (ROOKE & BLAND, 2002). Sem a ingestão do colostro, os leitões adquirem imunidade apenas sete a dez dias após a exposição ao agente (WAGSTROM et al., 2000). O colostro é caracterizado por altas concentrações de imunoglobulinas G (IgG) e baixas concentrações de imunoglobulinas A e M (IgA e IgM, respectivamente) quando comparado ao leite. Além disso, o colostro é composto por maior concentração de matéria seca e proteína bruta e menor concentração de lactose e lipídios (Rooke & Bland, 2002; Le Dividich et al., 2005; Quesnel et al., 2012).

As IgGs são anticorpos necessários para conferir imunidade logo após o nascimento dos leitões frente aos desafios sanitários dos diferentes patógenos presentes no ambiente. A concentração de IgG no colostro é alta nas seis primeiras horas após o parto (média de 64,4mg/ml no momento do parto, amplitude de 52-102 mg/ml); após 12 horas esta concentração se reduz em torno de 50%, chegando a 16% após 24 horas e 9% em 48 horas após o parto (HURLEY, 2015). Além da disponibilidade de altas concentrações de imunoglobulinas durar apenas cerca de 24 horas, a habilidade do leitão em absorver IgG e transferir macromoléculas do lúmen intestinal para a corrente sanguínea também tem um tempo reduzido, chegando a valores nulos em 24 a 36 horas de vida, momento em que ocorre o "fechamento intestinal" (ROOKE & BLAND, 2002; LE DIVIDICH et al., 2005).

Portanto, a rápida ingestão de colostro pelos leitões é fundamental para suprir as necessidades energéticas e imunológicas e garantir sua sobrevivência, sendo que a primeira mamada geralmente inicia cerca de 20 a 30 minutos após o nascimento (HERPIN et al., 2002; LE DIVIDICH et al., 2005). O volume de colostro a ser ingerido pelos leitões depende da capacidade de produção de colostro da fêmea e da capacidade de o leitão alcançar os tetos e mamar (LE DIVIDICH et al., 2005). Estima-se que o consumo mínimo de colostro por leitão nas primeiras 24 horas de vida deve ser de no mínimo 200g, com o objetivo de reduzir a mortalidade pré-desmame e para obtenção de imunidade passiva. Um consumo de 250g seria o ideal recomendado para promover uma boa saúde e desempenho pré e pós-desmame (QUESNEL et al., 2012). Em estudo realizado por Ferrari et al. (2014), a probabilidade de morte de leitões (até 42 dias de idade) com peso de nascimento intermediário (>1,2 - 1,3kg) ou baixo peso (1,1 - 1,2 kg) diminuiu quando o consumo de colostro aumentou, sendo necessário o consumo mínimo de 200 e 250 g de colostro, respectivamente, para reduzir a probabilidade de morte destes leitões a níveis semelhantes aos observados em leitões de alto peso ao nascimento (>1,3 - 1,7kg). Nesse estudo as probabilidades de mortalidade foram semelhantes, independente da classe de peso ao nascimento quando o consumo de colostro foi maior que 250g.

O coeficiente de variação de consumo de colostro dentro de uma leitegada é grande, podendo variar de 15% a 110% (LE DIVIDICH et al., 2005). Isso significa que há uma população de animais que consumirá acima do mínimo e outra em que a ingestão de colostro ficará abaixo do recomendado. Uma das explicações leva em consideração as variações existentes na produção de colostro citadas anteriormente. Estimativas de produção de colostro evidenciam que mais de 35% das fêmeas suínas não produzem a quantidade mínima de 250 g de colostro por leitão em leitegadas de 12 leitões. Quando foram adicionados mais dois leitões à leitegada, mais de 53% das fêmeas não produziram quantidade de colostro suficiente (MACHADO et al., 2016). Portanto, garantir a quantidade mínima de colostro que deve ser fornecido não é algo fácil de ser verificado e manejado na prática. Isso acaba assumindo uma situação mais desafiadora com o aumento no percentual de leitões nascidos com baixo peso. Buscando amenizar essa condição, estratégias de manejo têm sido estudadas. O fornecimento de suplementos energéticos disponíveis no mercado tem sido avaliado, sendo observado um efeito positivo do uso desses produtos na redução da mortalidade pré-desmame de leitões com peso  $\leq 1$  kg sem melhorias no peso final ao desmame e sem influenciar o consumo de colostro (DECLERCK et al., 2016). Na mesma linha, estudo realizado por Moreira et al (2017) forneceu ao nascimento suplemento energético-proteico para leitões com peso médio de  $1,03 \pm 0,1$  kg (80% dos leitões com peso  $\leq 1,139$  kg) e observou uma melhoria de consumo de colostro em relação àqueles que não receberam a suplementação. Nesse mesmo estudo, grupos de animais também foram tratados nas primeiras 24 horas com diferentes quantidades de colostro via sonda nasogástrica e observaram que leitões que receberam 200 g de colostro via sonda, associado à suplementação energético-proteica e mantidos em decks de alimentação até 24 horas após o nascimento apresentaram maior concentração de IgG nas 24 horas após o nascimento em relação aos animais que permaneceram com a mãe. Ainda sobre o estudo de Moreira et al. (2017), não se observou diferença no peso ao desmame dos leitões quando utilizado suplementos e colostro via sonda nasogástrica, porém aumentou a taxa de sobrevivência pré-desmame. Conforme comentado anteriormente, o uso de suplementação logo ao nascimento pode auxiliar o leitão, no entanto não se deve esquecer do manejo básico de orientação da mamada. O ordenamento dos leitões ao nascimento e manutenção dos primeiros leitões nascidos no escamoteador por alguns períodos permitem que todos os leitões tenham acesso ao aparelho mamário e consigam consumir o colostro.

### 14.3.7. Aquecimento

Os leitões passam por uma queda de aproximadamente 15-20°C de temperatura ambiente no nascimento. Isso resulta na redução de cerca de 2°C de temperatura corporal (HERPIN et al., 2002). Além disso, o leitão não possui tecido adiposo marrom e possui poucas reservas energéticas (HERPIN et al., 2002). Portanto, um dos maiores desafios do leitão neonato é o desenvolvimento do sistema de termorregulação.

Além da secagem, primeira medida para evitar a perda de calor, o escamoteador acoplado à cela de parição é fundamental por promover um ambiente aquecido e protegido para os leitões. Em casos de frio, tapetes aquecidos, lâmpadas de aquecimento ou resistências podem ser colocadas próximo ao aparelho mamário. Em instalações modernas com climatização de todo o galpão pode-se fazer a opção por não utilizar escamoteadores, no entanto deve-se fornecer alguma fonte adicional de calor para os leitões.

Ações de manejo como ensinar os leitões a entrarem e saírem do escamoteador nos três primeiros dias e fornecer aquecimento suficiente para mantê-los dentro do escamoteador também podem contribuir para reduzir a mortalidade pré-desmame (PANZARDI et al., 2013). Um dos manejos recomendados e muito utilizado é o 40:20, que consiste em prender os leitões no escamoteador por 40 minutos e após esse período soltá-los, para que assim adquiram o hábito de permanecer no escamoteador em momentos em que não estão mamando, evitando esmagamentos.

O consumo de colostro logo após o nascimento tem papel importante na manutenção da temperatura corporal, pois os substratos como lipídeos e lactose são a principal fonte de energia para termorregulação (HERPIN et al., 2002; Le Dividich et al., 2005). Salienta-se ainda a necessidade de uma atenção especial aos leitões de baixo peso ao nascer, pois além de possuírem menor capacidade de termorregulação, demoram mais tempo para mamar e são menos competitivos em relação aos demais leitões da leitegada (ROOKE & BLAND, 2002; LE DIVIDICH et al., 2005).

## 14.4. CUIDADOS PÓS-PARTO

### 14.4.1. Alimentação da fêmea

As exigências nutricionais das matrizes suínas no pós-parto aumentam devido à produção de leite. Um dos principais desafios é garantir que as fêmeas possam consumir quantidades adequadas de ração para manter o equilíbrio energético. A ração nessa fase deve ser fornecida com qualidade e "ad libitum", e as fêmeas devem ser estimuladas a levantar para ingerir a ração, uma vez que nessa fase geralmente as fêmeas apresentam apetite reduzido.

Especialmente em períodos ou locais de calor intenso o desafio para garantir o consumo das matrizes na fase de lactação é maior. Temperatura elevada nas maternidades talvez seja um dos principais fatores estressores na fase de lactação. Essa condição traz um efeito direto sobre as fêmeas e os leitões com impacto negativo no bem-estar. Assim, o uso de sistemas que buscam proporcionar maior conforto térmico é essencial para garantir um adequado consumo de ração das fêmeas e produção de leite necessária para o desenvolvimento dos leitões. Estudo realizado por Perin et al. (2015) demonstrou uma melhoria de 1 kg no consumo médio diário de ração de fêmeas alojadas em salas com sistema evaporativo de ar sobre as fêmeas quando comparado ao sistema tradicional de controle de temperatura por cortinas. Esse aumento de consumo melhorou o peso ao desmame das leitegadas, o que provavelmente foi afetado pelo aumento na produção de leite. Deve-se destacar que o baixo consumo de ração não somente impacta na produção de leite, mas desencadeia um balanço energético negativo e prejudica o desempenho reprodutivo subsequente. Considerando que as falhas reprodutivas são a principal causa de descarte (LUCIA et al., 2000), o reduzido consumo na lactação pode também determinar o descarte precoce de fêmeas.

### 14.4.2. Uniformização de leitegada

O procedimento consiste em transferir leitões entre leitegadas com o objetivo de reduzir a variabilidade de tamanho de leitões ou distribuir leitões de leitegadas muito numerosas



para outras fêmeas com leitegadas menores (STRAW et al., 1998; ROBERT & MARTINEAU, 2001). Este manejo tem como objetivo garantir uma maior sobrevivência dos leitões e permitir melhores condições para o seu desenvolvimento.

Apesar de indicado, este manejo deve ser realizado considerando alguns cuidados. O intervalo em que deve ser realizado é de seis a 24 horas após o parto. Até seis horas após o parto é importante que os leitões permaneçam na sua mãe biológica para mamar o colostro, pois Bandrick et al. (2008) evidenciaram que a imunidade celular só transpassou a barreira intestinal quando obtidas da mãe biológica. É importante também proporcionar que os leitões tenham a possibilidade de mamar o colostro na mãe adotiva. Ainda, a recomendação de realizar este manejo em até 24 horas baseia-se no fato de que após esse período a maior parte dos leitões já terão definido o seu teto o que poderia gerar maior ocorrência de brigas, consequentemente lesões e perda de mamadas até que a determinação do teto fosse definida (ROBERT & MARTINEAU, 2001; HEIM et al., 2012). De acordo com Bierhals et al. (2011), leitões adotados apresentam o mesmo resultado de desempenho ao longo da lactação que leitões mantidos em suas mães biológicas quando o manejo de transferência é realizado de acordo com as condições citadas anteriormente. Cabe salientar que leitões criados em primíparas possuem menor desempenho ao final da lactação em comparação com fêmeas de ordem de parto 5, em função da menor capacidade de produção de leite (BIERHALS et al., 2011).

### 14.4.3. Manejos com leitões

Entre os manejos realizados com os leitões até o terceiro dia de vida estão a identificação, aplicação de ferro, desgaste de dentes e caudectomia. A identificação dos leitões depende do contexto de produção no qual a granja está inserida, podendo ser realizado ou não. Os métodos mais utilizados são o brinco, a mocha e a tatuagem. A aplicação de 200 mg de ferro como medida preventiva no terceiro dia é fundamental para o desenvolvimento dos leitões, pois eles nascem com uma reserva de apenas 37 mg de ferro, sendo que a necessidade de ferro é de 5 a 16 mg por dia, o leite da mãe supre esta necessidade em apenas 10 a 20%. Portanto, caso o leitão não seja suplementado, ele desenvolverá anemia em poucos dias (Revisado por HEIM et al., 2010).

O desgaste do ápice dos dentes foi por muito tempo recomendado com o objetivo de evitar lesões na face dos leitões decorrentes da briga por tetos e também evitar lesões no aparelho mamário da porca. Porém, esta prática pode causar estresse e dor ao animal, inclusive afetar negativamente o desempenho zootécnico da leitegada (BATES et al., 2003). Assim, recomenda-se atualmente que o manejo de desgaste de dentes deve ser restrito a casos em que há grande ocorrência de lesões na face dos leitões ou no aparelho mamário. A caudectomia, ou seja, o corte da porção final da cauda com o auxílio de um aparelho cauterizador, é utilizado na produção de suínos a fim de evitar o canibalismo nas fases de creche, recria e terminação. Porém, por ser uma prática que causa dor e desconforto ao leitão, sua prática tem sido questionada e algumas empresas têm optado pela não realização do manejo. Nesse caso, cabe a cada sistema de produção avaliar a possibilidade de remover esse manejo considerando as características de instalações e densidade das fases de creche, recria e terminação.



## 14.5. CONCLUSÕES

As estratégias de cuidados com as porcas e leitões abordadas neste capítulo buscam proporcionar as condições ideais para garantir o bem-estar animal e o desempenho produtivo de ambas categorias. A alimentação das matrizes na fase gestacional e uma condição corporal ideal ao parto são fundamentais para evitar problemas durante o evento parto e garantir uma adequada produção de colostro e leite. Isso juntamente com os manejos de cuidado com os leitões ao parto e na lactação, permitem a aquisição adequada de imunidade e possibilidade de expressão do potencial produtivo. Assim, os eventos que acontecem no periparto são um importante componente dos fatores que determinam o sucesso produtivo na produção de leitões.

## 14.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDRICK, M.; PIETERS, M.; PIJOAN, C. & MOLITOR, T.W. Passive transfer of maternal Mycoplasma hyopneumoniae-Specific Cellular Immunity to Piglets. *Clinical and Vaccine Immunology*, v.15, n.3, p.540-543, 2008.
- BATES, R.O.; HOGE, M.D.; EDWARDS, D.B. & STRAW, B.E. The influence of canine teeth clipping on nursing and nursery pig performance. *Journal of Swine Health and Production*, v.11, n.2, p.75-79, 2003.
- BERNARDI, M.L. Fisiologia do parto em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*. v.35: S1-S8, 2007.
- BIERHALS, T.; MELLAGI, A.P.G.; HEIM, G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.39, p.942 (1-6), 2011.
- BLAND, I.M.; ROOKE, J.A.; BLAND, V.C.; SINCLAIR, A.G. & EDWARDS, S.A. Appearance of immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in sucking. *Animal Science*, v. 77, p. 277-286, 2003.
- BORGES, V.F.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P. & WENTZ, I. Risk factors for stillbirth and foetal mummifications in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine*. v.70, p.165-176, 2005.
- CLOSE, W.H. & COLE, D.J.A. Nutrition of sows and boars. *Nottingham University Press*, 377p., 2000.
- DALLANORA, D.; BIERHALS, T. & MAGNABOSCO, D. Cuidados iniciais com os leitões recém-nascidos. In: *Produção de Suínos: Teoria e Prática*. Brasília, DF, p.485-487, 2014.
- DECLERCK, I.; DEWULF, J.; DECALUWÉ, R. & MAES, D. Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. *Livestock Science*, v.183, p.48-53, 2016.
- EISSEN, J.J.; KANIS, E. & KEMP, B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livestock Production Science*. v.64, p. 147-165. 2000.
- FARMER, C. & SORENSEN, M.T. Factors affecting mammary development in gilts. *Livestock Production Science*. v. 70, p.141-148. 2001.
- FERRARI, C.V.; SBARDELLA, P.E.; BERNARDI, M.L.; COUTINHO, M.L.; VAZ JR., I.S.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, v.114, p.259-266, 2014.
- GHELLER, N.B.; GAVA, D.; SANTI, M.; MORES, T.J.; BERNARDI, M.L.; BARCELLOS, D.E.S.N.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Indução de parto em suínos: uso de cloprostenol associado com ocitocina ou carbetocina. *Ciência Rural*, v.41, n.7, p.1272-1277, 2011.

GONÇALVES, M.A.D.; GOURLEY, K.M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; BELLO, N.M.; DEROUCHÉY, J.M.; WOODWORTH, J. C. & GOODBAND, R. D. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, v.94, n.5, p.1993-2003, 2016.

HEIM, G.; de SOUZA, L.P.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Cuidados com a leitegada ao longo da lactação – da uniformização ao desmame. In: *Suinocultura em ação: A fêmea suína gestante*. Gráfica da UFRGS, p.179-209, 2010.

HEIM, G.; MELLAGI, A.P.G.; BIERHALS, T.; de SOUZA, L.P.; de FRIES, H.C.C.; PIUCO, P.; SEIDEL, E.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Effects of cross-fostering within 24 h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science*, v.150, p.121-127, 2012.

HERPIN, P.; DAMON, M. & Le DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, v.78, p.25-45, 2002.

HURLEY, W.L. Composition of sow colostrum and milk. In: FARMER, C (Ed.). *The gestating and lactating sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.193- 229, 2015.

KIRKWOOD, R.N.; ALTHOUSE, G.C.; YAEGER, M.J.; CARR, J. & ALMOND, G.W. Diseases of the Reproductive System. In: *Diseases of Swine*. 10th edition, John Wiley & Sons, 2012, cap.20, p.329-347.

LAWRENCE, A.B.; PETHERICK, J.C.; MCLEAN, K.A.; GILBERT, C.L.; CHAPMAN, C. & RUSSELL, J.A. Naloxone prevents interruption of parturition and increases plasma oxytocin following environmental disturbance in parturient sows. *Physiology Behavior*. v. 52, p. 917-923, 1992.

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J.A. & HERPIN, P. Review: nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. *Journal of Agricultural Science*, v.143, p.469-485, 2005.

LUCIA, T.; DIAL, G.D. & MARSH, W.E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. *Livestock Production Science*. v. 63:3, p. 213-222. 2000.

LUCIA, T.; CORRÊA, M.N.; DESCHAMPS, J.C.; BIANCHI, I.; DONIN, M.A.; MACHADO, A.C.; & MATHEUS, J.E.M. Risk factors for stillbirths in two swine farms in the south of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. v.53, p. 285-292, 2002.

MACHADO, A.P.; OTTO, M.A.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Factors influencing colostrum yield by sows. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.68, n.3, p.553-561, 2016.

MAINAU, E. & MANTECA, X. Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. *Applied Animal Behaviour Science*. v.135:3, p. 241-251, 2011.

MALLMANN, A.L.; BETIOLO, F.B.; CAMILOTTI, E.; MELLAGI, A.P.G.; ULGUIM, R.R.; WENTZ, I.; BERNARDI, M.L.; GONÇALVES, M.A.D.; KUMMER, R. & BORTOLOZZO, F.P. Two different feeding levels during late gestation in gilts and sows under commercial conditions: impact on piglet birth weight and female reproductive performance. *Journal of Animal Science*. V. 96: 10, p. 4209-4219, 2018.

McPHERSON, R.L.; JI, F.; WU, G.; BLANTON, J.R. & KIM, S.W.; Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.2534-2540, 2004.

MELLAGI, A.P.G.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P. & WENTZ, I. Influência do tamanho da leitegada, parição e presença de mumificados na duração da gestação em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.34, n.3, p.307-311, 2006.

MELLAGI, A.P.G.; HEIM, G.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P. & WENTZ, I. Caracterização e desempenho reprodutivo de fêmeas suínas submetidas à intervenção obstétrica manual. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p.1478-1484, 2009.

MELLAGI, A.P.G.; ARGENTI, L.E.; FACCIN, J.E.G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.38, n.1, p.181-209, 2010.

MERLOT, E.; QUESNEL, H. & PRUNIER, A. Prenatal stress, immunity and neonatal health in farm animal species. *Animal*, v. 7:12, p. 2016-2025, 2013.

MERLOT, E.; PASTORELLI, H.; PRUNIER, A.; PÈRE, M.-C.; LOUVEAU, I.; LEFAUCHEUR, L.; PERRUCHOT, M.-H.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; GARDAN-SALMON, D.; GONDRET, F. & QUESNEL, H. Sow environment during gestation: part I. Influence on maternal physiology and lacteal secretions in relation with neonatal survival. *Animal*. p. 1-8, 2018.

MOREIRA, L.P.; MENEGAT, M.B.; BARROS, G.P.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Effects of colostrum, and protein and energy supplementation on survival and performance of low-birth-weight piglets. *Livestock Science*, v.202, p.188-193, 2017.

MUNS, R.; MALMKVIST, J.; LARSEN, M.L.V.; SØRENSEN, D. & PEDERSEN, L. J. High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. *Journal of Animal Science*. v.94:377-384, 2016.

NRC. Nutrient requirements of swine. 11th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2012.

OTTO, M.A.; MACHADO, A.P.; MOREIRA, L.P.; BERNARDI, M.L.; COUTINHO, L.L.; VAZ Jr, I.S.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Colostrum yield and litter performance in multiparous sows subjected to farrowing induction. *Reproduction in Domestic Animals*, v.52, p.1-7, 2017.

OLIVIERO, C.; HEINONEN, M.; VALROS, A & PELTONIEMI, O. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*. v.119, p. 85-91, 2010.

OLIVIERO, C.; KOTHE, S.; HEINONEN, M.; VALROS, A. & PELTONIEMI, O. Prolonged duration of farrowing is associated with subsequent decreased fertility in sows. *Theriogenology*, v.79, p.1095-1099, 2013.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.L.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P. & WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, v.110, p.206-213, 2013.

PERIN, J.; GAGGINI, T.S.; MANICA, S.; MAGNABOSCO, D.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F.P. Evaporative snout cooling system on the performance of lactating sows and their litters in a subtropical region. *Ciencia Rural*. v. 46, n.2, 2016.

PRUNIER, A.; HEINONEN, M. & QUESNEL, H. High physiological demands in intensively raised pigs: impact on health and welfare. *Animal*. v.4, p. 886-898, 2010.

QUESNEL, H.; MEUNIER-SALAÜN, M.C.; HAMARD, A.; GUILLEMET, R.; ETIENNE, M.; FARMER, C.; DOURMAD, J.Y. & PÈRE, M.C. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. *Journal of Animal Science*, v.87, p.532-543, 2009.

QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal*, v.5, p.1546-1553, 2011.

QUESNEL, H.; FARMER, C. & DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, v.146, p.105-114, 2012.

REN, P.; YANG, X.J.; KIM, J.S.; MENON, D. & BAIDOO, S.K. Effect of different feeding levels during three short periods of gestation on sow and litter performance over two reproductive cycles. *Animal Reproduction Science*, v.177, p.42-45, 2017.

ROOKE, J.A. & BLAND, I.M. The acquisition of passive immunity in the newborn piglet. *Livestock Production Science*, v. 78, p. 13-23, 2002.

ROBERT, S. & MARTINEAU, G.P. Effects of repeated cross-fosterings on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *Journal of Animal Science*, v.79 p.79-88, 2001.

RUTHERFORD, K.M.D.; PIASTOWSKA-CIESIELSKA, A.; DONALD, R.D.; ROBSON, S.K.; ISON, S.H.; JARVIS, S.; BRUNTON, P.J.; RUSSELL, J.A. & LAWRENCE, A.B. Prenatal stress produces anxiety prone female offspring and impaired maternal behaviour in the domestic pig. *Physiology & Behavior*. v. 129, p.255-264, 2014.

SANZ, M.; ROBERTS, J. D.; PERFUMO, C. J.; ALVAREZ, R. M.; DONOVAN, T. & ALMOND, G. W. Assessment of sow mortality in a large herd. *Journal of Swine Health and Production*. 2007.

STRAW, B. E.; DEWEY, C. E. & BURGI, E. J. Patterns of crossfostering and piglets mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. *Preventive Veterinary Medicine*, v.33, p.83-89, 1998.

THEIL, P.K.; LAURIDSEN, C. & QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transiente milk. *Animal*, 8:7, p.1021-1030, 2014.

THEIL, P.K. Transition feeding of sows. In: FARMER, C (Ed.). *The gestating and lactating sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.147- 172, 2015.

TUCHSCHERER, M.; KANITZ, E.; OTTEN, W. & TUCHSCHERER, A. Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. v. 86, p. 195-203, 2002.

VANDERHAEGHE, C.; DEWULF, J.; JOURQUIN, J.; DE KRUIF, A. & MAES, D. Incidence and Prevention of Early Parturition in Sows. *Reproduction in Domestic Animals*, v.46, n.3; p.1-6, 2011.

WAGSTROM, E.A.; YOON, K-J. & ZIMMERMAN, J. Immune Components in Porcine Mammary Secretions. *Viral Immunology*, v.13, n.3, p.383-397, 2000.

WENTZ, I.; BIERHALS, T.; MELLAGI, A.P.G. & BORTOLOZZO, F.P. A importância do atendimento ao parto na melhoria da produtividade em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.37, n.1, p.35-47, 2009.



# CAPÍTULO 15 – MANEJO DE LEITEGADAS NUMEROSAS E DESEMPENHO DE LEITÕES LACTENTES

**Autores:** WALTER, M.P.; DALLANORA, D.\*

**Contato:** djane@integrall.org

## 15.1. INTRODUÇÃO

A evolução da prolificidade das matrizes suínas certamente é o parâmetro de melhoramento genético com maior evolução da última década. Lisboa (2009) discorreu sobre a experiência brasileira com 30 desmamados/fêmea/ano. Apenas quatro anos depois, Machado (2013) discutiu as bases fisiológicas e a realidade prática dos 35 desmamados/fêmea/ano e Decoux (2017) apresentou cases da suinocultura europeia em que 40 desmamados/fêmea/ano já são realidade prática.

Em menos de uma década, as oportunidades são da ordem de 10 desmamados/fêmea/ano o que torna o manejo de leitegadas numerosas a nova rotina da suinocultura e não mais um procedimento a ser discutido como plano de contingência em um grupo seletivo de granjas. São necessários manejos e atitudes capazes de alinhar as práticas produtivas com a ética de trabalho e o respeito à vida dos suínos.

O principal desafio de curto prazo ligado ao aumento do número de nascidos é a necessidade de adaptação rápida das equipes ao trabalho com aproximadamente 20-30% a mais de leitões a serem manejados, porém não se restringe a isso. Além da quantidade de leitões, surgem maior exigência do manejo de atendimento ao parto, a queda do peso ao nascer e o aumento do uso de mães-de-leite. A solução deste cenário passa pela adoção de medidas de curto, médio e longo prazos e a necessidade de envolvimento também do setor de gestação e gestão de plantel, preparando a granja para uma situação ideal.

O tema central deste capítulo traz consigo a obrigação ética de todos os envolvidos quanto à adoção das alterações necessárias da dinâmica das granjas, já que há implicações profundas em importantes questões relacionadas ao bem-estar animal (ver **Figura 1** a seguir).

**Figura 1.** Cenário prático encontrado nas granjas que adquirem o status de hiperprolíficas.

| <b>Dificuldades de atendimento ao parto</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Queda do peso ao nascer</b>                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Maior número de leitões</b>                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Aumento de mães-de-leite</b>                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• maior duração do parto;</li><li>• aumento de natimortos intraparto;</li><li>• necessidade de intervenção obstétrica e maior risco de infecção uterina;</li><li>• maior risco de morte da matriz;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• variabilidade do peso ao nascer dentro das leitegadas;</li><li>• aumento do número de leitegadas de baixa viabilidade;</li><li>• aumento de leitões que sofreram restrição de nutrição no útero (crescimento intrauterino retardado);</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• maior disputa e lesões de aparelho mamário e nos leitões;</li><li>• piora geral da sanidade pela variação da ingestão de colostro;</li><li>• aumento do risco de esmagamento neonatal;</li><li>• maior mortalidade de maternidade;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• número de tetas viáveis é menor que o número de vivos;</li><li>• aumento da refugagem e morte causadas por fome;</li><li>• maior transferência de leitões;</li><li>• necessidade de espaço e matrizes para adotar leitões;</li></ul> |

O manejo da maternidade hiperprolífica inicia-se na gestão de plantel, que deve ser guiada por duas grandes frentes de ação: foco nas curvas de alimentação e controle de fatores que interferem na produção de leite.

A alimentação das matrizes gestantes tem efeito sobre o crescimento fetal (peso e variabilidade ao nascimento) e na produção de leite (crescimento de tecido mamário) no terço final da gestação. A produção de leite também pode ser comprometida pela capacidade genética, a ambiência, o manejo de estimulação do aparelho mamário e pela saúde das matrizes (FARMER & QUESNEL, 2009; ELIASSON & ISBERG, 2011). As linhagens genéticas e a viabilidade econômica de tecnologias de climatização disponíveis atualmente, permitem que estes dois fatores externos sejam controlados e os dois últimos citados podem ser controlados com medidas relativamente simples de manejo e cuidado com os animais.

Além do impacto financeiro atrelado às curvas de alimentação das matrizes, a condição corporal do rebanho brasileiro é um assunto recorrente, pois há uma constatação prática de obesidade generalizada, causada tanto pelo elevado nível nutricional das rações quando comparado aos níveis praticados na suinocultura mundial, como pela falta de precisão nas quantidades fornecidas.

O **Quadro 1** a seguir alerta para os principais efeitos das curvas de alimentação e do escore corporal dos planteis sobre o desempenho das matrizes suínas:

**Quadro 1.** Principais consequências do manejo alimentar sobre o desempenho de matrizes suínas. Adaptado de Bortolozzo e Wentz (2007), Amaral Filha et al. (2009)

- Excesso de energia durante a fase pré-púbere é fator predisponente à disgalactia;
- Escore corporal acima do elevado impacta negativamente na taxa de retenção de matrizes;
- Obesidade é fator de risco para menor peso ao nascer e natimortalidade;
- Obesidade durante a gestação reduz o consumo alimentar voluntário na lactação, aumentando o catabolismo e reduzindo a produção de leite desde a primeira semana pós-parto;
- Fornecimento insuficiente de energia e proteína durante a lactação (quantidade e qualidade das rações) reduz a produção de leite e aumenta a perda de peso da matriz na fase;

Após a definição de curvas de alimentação adequadas, o segundo passo para o sucesso de uma maternidade hiperprolífica é a avaliação da capacidade real de amamentação de cada matriz e a definição de atitudes relacionadas ao aumento do número de leitões efetivamente desmamados por fêmea.

Um dos índices mais comuns para medir a eficiência das granjas produtoras de leitões tem sido os quilogramas desmamados/fêmea/ano, que contempla em um único indicador o número e a qualidade dos desmamados. Para atingir este indicador, a maioria das granjas que se tornam hiperprolíficas precisa das três ações principais e coordenadas descritas no **Quadro 2** a seguir:



**Quadro 2.** Ajustes necessários para as granjas que se tornam hiperprolíficas.

| Ação                                                        | Como fazer                                                                                                                                     | Resultado esperado                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reorganização do fluxo de produção                          | Revisar as metas de cobertura de acordo com a capacidade real da granja, prevendo a necessidade de espaço de maternidade para as mães-de-leite | Permitir que cada leitão tenha acesso a uma teta funcional, com produção de leite adequada para seu desenvolvimento, prevenindo a refugagem ao longo da lactação; |
| Implantação de descarte estratégico                         | Incluir o número de leitões ao pé no desmame, o peso e a uniformidade dos mesmos nos critérios de descarte das matrizes                        | Reduzir gradativamente o número de matrizes do plantel que apresentam baixa capacidade de amamentação.                                                            |
| Preservação da capacidade de amamentação de matrizes jovens | Adotar manejos adequados de lotação do aparelho mamário desde a primeira lactação e cuidados de sanidade para evitar secagem/perdas de tetas   | Preservar a capacidade de amamentação das matrizes jovens, transformando gradativamente a capacidade média do plantel;                                            |

Dependendo do nível de prolificidade e do grau de comprometimento do aparelho mamário do plantel, provavelmente seja necessário recalcular o fluxo da granja de acordo com o número de vagas na maternidade e ajustar o número de coberturas, permitindo espaço para até 10% de mães-de-leite. Ao mesmo tempo, deve iniciar o descarte das matrizes que desmamam historicamente poucos leitões e o cuidado com o aparelho mamário das matrizes jovens. Essas medidas em conjunto permitem um aumento crescente do número real de desmamados/matriz e uma redução gradativa da necessidade de mães-de-leite, tornando-se primordial para o futuro da amamentação da granja.

Na prática, é muito frequente que sejam encontradas diferenças de até 30% entre a quantidade de leitões que permaneceram com a porca logo após a uniformização e o número efetivo de desmamados, ou seja, a capacidade real de amamentação verificada no momento do desmame é menor do que a capacidade estimada pela granja no período imediato pós-parto.

Existem dois fatores que geram esta situação: a mortalidade neonatal – que é facilmente medida – e a refugagem ao longo da lactação – que tem se mostrado uma causa ainda silenciosa e pouco discutida deste problema. Essa interpretação é fundamental para que os manejos de uniformização logo após o parto não transformem a maternidade em uma fábrica de refugos, exigindo constantemente espaço para mães-de-leite de recuperação de leitões.

Para transformar a hiperprolificidade em ganhos reais, a primeira medida necessária para uma granja hiperprolífica é trabalhar em todas as frentes que permitam ter um plantel com alta capacidade de amamentação, ou seja, leitegadas numerosas e adequadamente nutridas até o desmame (ver **Quadro 3** a seguir).

**Quadro 3.** Frentes práticas de ação para aumentar a capacidade de amamentação das granjas

|                         |                                                                                                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instalações e ambiência | Utilizar a tecnologia disponível e o uso racional das instalações com vistas a garantir fluxo e conforto mínimo aos suínos. |
| Descarte estratégico    | Identificar a população de fêmeas com baixo número de tetas viáveis e organizar a retirada do plantel.                      |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adequação do manejo do aparelho mamário de fêmeas jovens | Uso racional de ferramentas de uniformização e lotação do aparelho mamário.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Vigilância especial para as mais jovens e as mais velhas | As categorias mais jovens (primíparas e ciclo 2) bem como as mais velhas têm maior predisposição a problemas de escore corporal e de produção de leite.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Escore corporal visual                                   | A obesidade interfere de forma direta (acúmulo de gordura no tecido mamário) e indireta (partos prolongados, necessidade de intervenção, estresse) na qualidade das leitegadas ao nascimento e na produção de leite.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Uso racional de intervenção obstétrica                   | O toque aumenta o risco de a fêmea adquirir problemas lactacionais precoces e aumenta a incidência de secreções vulvares pós-parto e endometrite, principalmente se associado a falhas higiênicas na intervenção e a inexistência de tratamento imediato com antimicrobiano.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Higiene nas instalações de maternidade                   | Falhas na limpeza e desinfecção das instalações de maternidade na limpeza diária das baias, permitindo o contato do aparelho mamário e posterior da matriz com as fezes aumenta o risco de mastite e metrites;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Baixo consumo de água e pouca atividade das porcas       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A disponibilidade de água em quantidade e qualidade e o estímulo à ingestão por meio da movimentação das matrizes previnem a ocorrência de infecções urinárias que são uma das principais fontes de infecção que culminam com a disgalactia.</li> <li>• A água é o principal componente do leite e o baixo consumo reduz diretamente a produção de leite.</li> <li>• A restrição de água também pode limitar o consumo de ração, impactando indiretamente a produção de leite;</li> </ul> |

Como discutido até agora, transformar hiperprolificidade em produtividade, obrigatoriamente passa pela implantação de um olhar global sobre a granja, desde o planejamento do uso das instalações, manejos de plantel, nutrição e um olhar cuidadoso sobre os manejos da maternidade, conforme descrito a seguir.

## 15.2. MANEJOS DE MATERNIDADE PARA LEITEGADAS NUMEROSAS

O atendimento ao parto é o passo inicial para construir uma situação robusta de nutrição e imunidade para o leitão recém-nascido, interferindo diretamente na sobrevivência e desempenho do mesmo. Em linhas gerais, existem duas categorias que devem ser definidas como prioridades nas atividades de parto, que são 1) as fêmeas que possuem um histórico de distocia e/ou natimortalidade e 2) os leitões de baixo peso ao nascer, pela alta prevalência de hipóxia, menor vitalidade e alto risco de morte. Atividades importantes do período pré-parto estão apresentadas no **Quadro 4** a seguir.

**Quadro 4.** Atividades de preparação no período pré-parto

| Atividades                                                 | Observações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Funcionamento dos equipamentos da sala                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir individualmente os bebedouros das gaiolas de maternidade, evitando restrição hídrica;</li><li>• Conferir a regulagem do sistema de alimentação das matrizes para garantir o fornecimento adequado de ração;</li><li>• Aferir o funcionamento dos sistemas de aquecimento de leitões nos escamoteadores e campânulas de parto;</li><li>• Conferir a condição das cortinas e forro;</li><li>• Checar o funcionamento dos antiesmagadores;</li></ul> |
| Organização dos materiais de atendimento ao parto          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Contar com balança, ficha de atendimento ao parto, canetas, relógio, bastão marcador de leitões em três cores diferentes;</li><li>• Disponibilizar um número suficiente de caixas de parto de modo a não perder tempo caminhando na sala para atender o leitão recém-nascido;</li><li>• Conferir todos os materiais necessários (pó secante, tesoura, desinfetante para o cordão umbilical, barbante) em cada caixa.</li></ul>                             |
| Identificação das matrizes com risco de problemas de parto | <ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar o histórico individual das matrizes em baixo peso de leitegada ao nascer, natimortalidade, necessidade de intervenção obstétrica, secagem de tetas e marcação especial identificando-as de forma visível;</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| Estimativa da capacidade de amamentação                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar o histórico de desmamados das matrizes nos últimos dois partos, o aparelho mamário e o número de tetas viáveis na sala, estimando o número de mães de leite que serão necessárias.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Manejo alimentar no pré-parto                              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reduzir o consumo de alimento da matriz no período que antecede o parto para reduzir o volume de conteúdo intestinal que pode causar dificuldade de parto.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Manutenção da limpeza da gaiola                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Manter continuamente a limpeza do posterior das gaiolas de maternidade, evitando o acúmulo de fezes.</li><li>• Lavar o piso da gaiola e o posterior da porca assim que se iniciarem os sinais de parto, garantindo um ambiente de baixo desafio sanitário para o recém-nascido.</li></ul>                                                                                                                                                                  |

De todas as atividades citadas acima, provavelmente o manejo alimentar no pré-parto é a que gera o maior número de dúvidas. A fadiga no momento do parto é uma das possíveis causas para a ocorrência de distocias e natimortalidade e pode ser causada tanto pelo estômago e intestino repletos quanto pelo jejum prolongado. Sinais como matrizes vomitando ou defecando durante o parto são indícios de que o manejo de alimentação não está adequado e precisa ser revisto.

A prática de uma redução drástica de ração neste período já caiu em desuso, porém continua sendo muito importante a atenção a este procedimento. Tem se mostrado bastante eficiente o protocolo que considera:

- Fornecer a mesma quantidade de ração que a fêmea estava recebendo no final da gestação, dividida em duas vezes ao dia, no início da manhã e início da tarde;
- Conferir a presença de leite em jatos no aparelho mamário antes de servir a ração e somente servir em caso negativo;
- Acompanhar o comportamento da matriz e fornecer apenas pequenas quantidades para o caso de muita agitação na hora do trato das demais;
- Nunca deixar as fêmeas sem alimento por um período maior que 24h.

## 15.2.1. Secagem, antissepsia de umbigo e fornecimento de calor

No nascimento, os leitões apresentam área de superfície corporal ampla em relação ao seu peso, a termorregulação é deficiente e há pouca reserva de energia. Além disso, o animal passa para o meio externo, onde a temperatura é inferior à que estava acostumado. O fornecimento de glicose contínuo, que se dava pela placenta, passa para o colostro, que possui baixo teor de carboidratos e gordura (HERPIN et al., 2002). Assim, a manutenção da homeotermia pela ativação de mecanismos termorregulatórios e o fornecimento de energia aos tecidos produtores de calor é primordial. No entanto, ao contrário da maioria dos outros mamíferos recém-nascidos, o leitão é desprovido de tecido adiposo marrom conhecido por fornecer calor eficientemente (QUESNEL, 2011a). Dessa forma, o primeiro passo é secar os leitões imediatamente após o nascimento (ver **Figura 2.1** a seguir), principalmente porque a umidade acelera a troca de calor do leitão com o meio. Esse manejo deve ser preferencialmente realizado com pó secante, por também favorecer a secagem do cordão umbilical ao desidratar instantaneamente os tecidos.

O próximo manejo é amarrar o umbigo a 3 cm da base com cordão de algodão e mergulhar em solução desinfetante (ver **Figura 2.2** a seguir). A solução da antissepsia do umbigo deve ser acondicionada em recipiente fechado, de boca larga e com capacidade para pequenos volumes, pois isso obriga a troca constante da solução. O frasco deve ser lavado interna e externamente a cada recolocação da solução, evitando assim acúmulo de sujeira. Não é considerado ideal manter o cordão umbilical íntegro devido ao risco de que enrosque no piso ou seja pisoteado. A tração exagerada nas primeiras horas de vida predispõe a formação de hérnias umbilicais ao longo da vida do suíno. Outro objetivo muito importante é eliminar o risco de hemorragias, pois aproximadamente 20% dos leitões apresentam contínua perda de sangue através do cordão umbilical após o nascimento e se tornam anêmicos. O tratamento com solução desinfetante também tem o objetivo de acelerar a cicatrização e prevenir o estabelecimento de infecções locais ou generalizadas.

Após a secagem e cuidado com o umbigo o fornecimento de calor é fundamental (ver **Figura 2.3** a seguir), pois a zona de conforto térmico de um leitão recém-nascido é aproximadamente 32°C, com um limite crítico inferior de 29°C. O tempo que o leitão leva para alcançar novamente valores de temperaturas corporais normais (39°C) depende diretamente da temperatura ambiente.

É evidente a maior sensibilidade ao frio dos leitões com menor peso ao nascimento. Tuchscherer et al. (2000) relataram que a redução da temperatura nos animais pesados ao nascimento foi menor (-0,51°C) quando comparada à redução que houve naqueles de menor peso (-1,47°C). Além disso, a temperatura corporal às 24 horas após o nascimento está diretamente associada com a sobrevivência na primeira semana de vida. Dos leitões que nasceram com <1,275 g, 46% apresentavam temperatura corporal menor que 38,1°C. Além de sofrerem com a hipotermia, estes leitões leves demoram mais tempo para realizar a primeira mamada, apresentando um maior risco para hipoglicemia e aumentando em cinco vezes a chance de morte (PANZARDI et al., 2013).

O importante é ter um ambiente seco, limpo e aquecido, sendo que o aquecimento pode ser na forma de escamoteador, que ainda é o mais utilizado hoje, ou na forma de placas aquecidas. Em situações de frio é comum a utilização de campânulas próximo ao aparelho mamário da matriz durante o parto, isso permite conforto enquanto os leitões ingerem o colostro.

**Figura 2.** Manejos com o leitão recém-nascido



**2.1. Secagem imediata após o nascimento**



**2.2. Amarração, corte e antisepsia do umbigo**



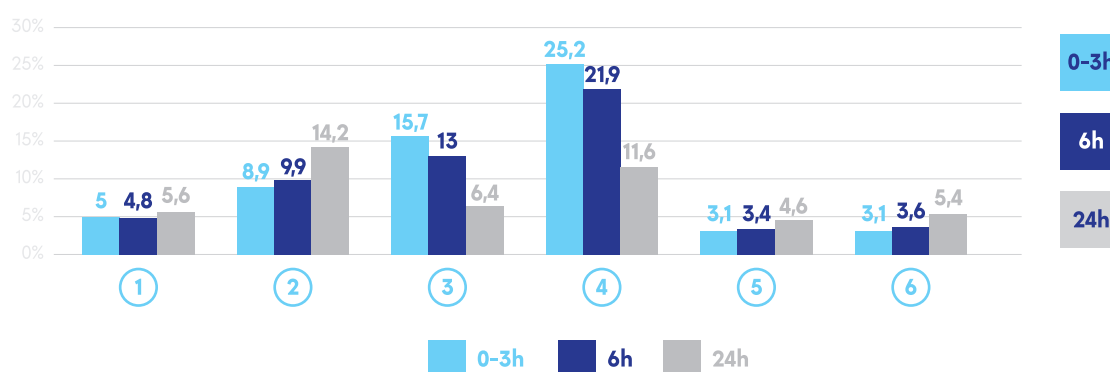
**2.3. Fornecimento de calor adicional e acompanhamento da primeira mamada**



## 15.2.2. Primeiras mamadas

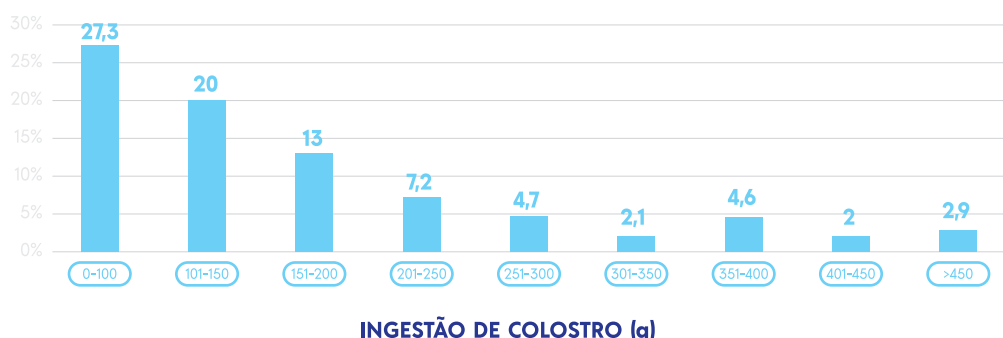
A ingestão do colostro nas primeiras mamadas tem impacto crucial sobre a sobrevivência dos leitões devido ao seu papel imunológico e nutricional, respectivamente. A composição nutricional do colostro em gordura, proteína e lactose está ilustrada na **Figura 3** a seguir, a qual sumariza as informações de avaliações realizadas em diferentes épocas. É possível identificar que o colostro das fêmeas atuais tem uma maior concentração de gordura e proteína, porém as alterações com o passar das horas se mantiveram semelhantes.

**Figura 3.** Alteração na composição de gordura, energia e proteína de colostro nas primeiras 24 h (Adaptado de Klobasa et al, 1987 e Decaluwe et al, 2014).



A baixa ingestão de colostro é causa primária de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida. Em necropsias realizadas neste período, foi encontrado um percentual superior a 80% dos leitões com estômago e intestino vazios ou com pouca quantidade de colostro. Corroborando este achado, Le Dividich et al. (2004) evidenciaram que a maioria dos leitões que morrem nas primeiras 24 horas de vida ingeriram significativamente menos colostro do que os sobreviventes (70g x 330g) e nos dados de Damm et al. (2005), 72% dos leitões que morrem nos primeiros quatro dias após o parto não consumiram colostro em quantidade adequada. Assim, há dados consistentes indicando que a taxa de mortalidade é inversamente proporcional à quantidade de colostro ingerida, ou seja, quanto maior for o consumo, menor será a taxa de mortalidade (FERRARI et al., 2014).

**Figura 4.** Taxa de mortalidade de acordo com a classe de consumo de colostro dos leitões. Adaptado de Ferrari et al. (2014).



Sob o ponto de vista imunológico, entre outros componentes, o colostro possui:

- **Fatores bioativos e fatores de crescimento (IGF, EGF, TGF, lisozima, lactoferrina, lactoperoxidase, citocinas, IL, TNF)** – a principal função destes componentes é promover a maturação intestinal, alterando sua morfologia. A superfície de absorção é aumentada em até 100 vezes devido ao aumento de 10-20% no comprimento, 15% no diâmetro e 30-75% na espessura da parede do intestino delgado, além de 33% na altura das vilosidades e 20-30% na profundidade de cripta (XU et al., 2002);

- **Imunidade passiva humoral (imunoglobulinas)** – IgG e IgM são absorvidas pelo intestino delgado e transferidas para a circulação, enquanto a IgA é pouco absorvida e tem um papel essencial na proteção da mucosa intestinal (QUESNEL, 2011a)

- **Imunidade passiva celular (Linfócitos T e B, fagócitos, neutrófilos, macrófagos e células epiteliais)** – são absorvidos, circulam e iniciam a colonização dos órgãos linfóides, funcionando como uma primeira população de células de memória do leitão (BANDRICK et al., 2011);

Devido à placenta epiteliocorial difusa dos suínos, os fetos são quase que completamente protegidos da exposição antigênica externa e a transferência de imunoglobulinas da mãe via placenta é impedida, deixando o leitão totalmente dependente da aquisição de imunidade passiva pela ingestão do colostro após o nascimento (SALMON et al. 2009), o que torna essa tarefa primordial nas granjas que almejam desmamar leitões com boa saúde geral e imunidade robusta.

Apesar de muito estudado, o manejo do colostro ainda é pouco entendido e comumente negligenciado. Por isso, antes de discutir o manejo prático do acompanhamento das mamadas que será apresentado, informações relevantes que norteiam a definição deste manejo precisam ser lembradas (ver **Quadro 5** a seguir).

**Quadro 5.** Diretrizes que guiam a definição do manejo de mamada de colostro

| Referência          | Informações relevantes                                                                                                                      | Impacto prático                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salmon et al., 2009 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quase 100% da IgG, 85% da IgM e 40% da IgA do colostro são provenientes do soro da mãe;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O status imunológico da mãe impacta a qualidade do colostro;</li> <li>• É importante focar em medidas de vacinação e de gestão da microbiota e do potencial de excreção de agentes pelas mães;</li> </ul> |

| Referência                                                         | Informações relevantes                                                                                                                                                                                                                                    | Impacto prático                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Farmer et al., 2006;<br><i>Hlavova, Stepanova e Faldyna</i> , 2014 | • A concentração de IgG no colostro cai rapidamente durante o parto e, em 4 h, já pode ter reduzido 20%;                                                                                                                                                  | • Partos demorados/ numerosos, os últimos a nascer podem estar mamando um colostro com menor qualidade imunológica, além de enfrentar a maior disputa entre leitões;    |
| Le Dividich et al., 2017                                           | • O coeficiente de variação da concentração de IgG no colostro entre porcas é de 32% na H0 e 72% na H12 pós parto;                                                                                                                                        | • O leitão deve mamar o mais rápido possível após o nascimento;                                                                                                         |
| <i>Hlavova, Stepanova e Faldyna</i> , 2014                         | • 8 h após o final do parto, o número de células T /mL já caiu 75%;                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                         |
| <i>Bandrick et al.</i> (2011);<br><i>Bandrick et al.</i> (2014)    | • Ig colostrais são absorvidas de qualquer fonte (de sua própria mãe ou de outra fêmea de qualquer outra espécie);                                                                                                                                        | • Leitão deve mamar a maior quantidade possível de colostro da própria mãe dentro de um intervalo de 8 horas após o nascimento;                                         |
| <i>Tuboly et al.</i> (1998) e<br><i>Bandrick et al.</i> (2011)     | • Células do sistema imune presentes no colostro apenas são absorvidas quando provenientes do colostro da mãe biológica;                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                         |
| Le Dividich et al., 1997;<br>Devillers et al., 2004                | • Consumos de 585g e 560g nas primeiras 24h de vida de leitões em aleitamento artificial à vontade;                                                                                                                                                       | • O leitão tem capacidade de ingestão, porém a quantidade de colostro produzido é fator limitante sobre a quantidade ingerida.                                          |
| Theil et al., 2006                                                 | • A adequada estimulação do aparelho mamário durante o parto e nas primeiras horas pós parto é fundamental para a produção do colostro e o início da lactação, promovendo contínuo esvaziamento e repleção dos alvéolos.                                  | • Os leitões precisam mamar ativa e continuamente logo após o nascimento, pois essa mamada estimula a produção de colostro da mãe e aumenta as chances de sobrevivência |
| Decaluwé et al., 2014                                              | • Há maior taxa de mortalidade nos leitões que levaram mais que 60 minutos para realizar a primeira mamada, quando comparados com leitões que levaram menos que 30;                                                                                       |                                                                                                                                                                         |
| Foisnet et al., 2010                                               | • Ganho de peso dos leitões foi negativamente correlacionado com o tempo médio entre o nascimento e a primeira mamada                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                         |
| Declerck et al. 2015                                               | • Para cada 1 minuto de aumento no intervalo médio entre o nascimento e a primeira mamada, reduz-se a produção de colostro em 11g.<br>• O intervalo entre o nascimento e a primeira mamada explicou 46% da variação na produção de colostro entre fêmeas; |                                                                                                                                                                         |

A produção média de colostro é da ordem de 3,300 kg, com mínimo de 0,850kg e máximo de 5,900 kg, o que permite estimar que 30-50% das porcas não produzem colostro suficiente (QUESNEL et al., 2011; OTTO, 2014; FERRARI et al., 2014) para uma ingestão mínima obrigatória de 250-300g/leitão (DEVILLERS et al., 2011; FERRARI et al., 2014). Trabalhos recentes mostram que nas mamadas naturais, sem supervisão, há uma variação de de 0 a 882 g



de colostro e o coeficiente de variação dentro da mesma leitegada é de 66% (FERRARI et al., 2014; LE DIVIDICH et al., 2017). Esses dados indicam que a organização das mamadas e o uso de bancos de colostro são fundamentais para as maternidade hiperprolíficas.

Oito horas após o final do parto, a concentração de imunoglobulinas/mL de colostro já está reduzida em mais de 60% (KLOBASA et al, 1987) e o número de células T /mL em 75% (HLAVOVA, STEPANOVA e FALDYNA, 2014). Muitos trabalhos recentes têm alertado para a necessidade de investir tempo na organização imediata das mamadas desde o início do parto para garantir uma ingestão uniforme de colostro entre os leitões de uma mesma leitegada.

Em situações sem interferência, há uma alta variabilidade no tempo entre o nascimento e a primeira mamada. Leenhowers et al. (2001) encontraram um tempo médio de 23,1 minutos (três a 240 min) para alcançar o aparelho mamário e 52,7 minutos (cinco a 382 min) para efetivamente mamar. Quanto maior for o período entre o nascimento e a primeira mamada, mais tempo eles estarão expostos à microbiota sem a devida proteção e terão a chance de morte aumentada devido a hipoglicemia e hipotermia.

Em situações em que não há interferência e a primeira mamada demora a acontecer, os últimos leitões nascidos podem ter acesso ao colostro com menos imunoglobulinas, além dos leitões pequenos que, em geral apresentaram uma menor ingestão. Trabalhos recentes alertaram para esses dois fatos. Le Dividich et al (2017) encontraram tanto nos dois primeiros dias após o nascimento quanto no desmame uma concentração de IgG 30% menor nos dois últimos leitões nascidos, e Devillers et al. (2007) alertaram para um consumo 28-30g maior a cada 100g a mais no peso ao nascer.

Associando-se todas as informações já discutidas acima, torna-se fácil embasar cientificamente as premissas para definir que o manejo ideal de mamada de colostro é o leitão mamar a maior quantidade possível na própria mãe nas primeiras 8 horas de vida devido a:

- Baixas reservas corporais de energia disponível;
- Rápida alteração da composição do colostro em poucas horas pós parto;
- Dinâmica do fechamento intestinal.

Após isso, deve ser realizada a equalização das leitegadas, garantindo nutrição e imunidade. Depois de conhecer com profundidade todos os componentes da equação relacionada à mamada de colostro, é irracional recomendar de forma irrestrita que o leitão deve obrigatoriamente ficar com a própria mãe por 24h, especialmente em leitegadas numerosas.

Como sugestão para acelerar a ingestão de colostro de forma uniforme entre os leitões, o procedimento considerado ideal está descrito no **Quadro 6** a seguir.

**Quadro 6.** Procedimento para organização das mamadas

|                                                                             |                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Direcionar o leitão à teta e garantir o primeiro movimento de sucção        | • Garantir que o leitão pegue a teta o mais rápido possível após a secagem e antisepsia do umbigo; |
| Marcar os leitões de acordo com a ordem de nascimento por cor ou com número | • Isso permite saber quem está a mais tempo no aparelho mamário                                    |

Organizar a mamada assim que houver mais que nove nascidos vivos, fechando os dois primeiros a nascer e assim sucessivamente.

- Deixar sempre 7-8 leitões no aparelho mamário e fechar no escamoteador por ordem de nascimento e tamanho (os maiores entre os primeiros a nascer).
- Aqueles considerados de baixa viabilidade e últimos a nascer devem mamar o maior tempo possível.

### 15.2.3. Uniformização de leitegadas e capacidade de amamentação das matrizes

Para desmamar um grande número de leitões com peso adequado para a idade, uniformidade e boa saúde geral, a adequada ingestão individual de leite é o fator primordial e somente será possível nas granjas que conseguem atingir uma alta capacidade de produção de leite das matrizes e uma correta lotação do aparelho mamário.

Atualmente, grande parte das matrizes suínas produzem leitegadas mais numerosas do que seu complexo mamário suporta, nesse contexto a uniformização de leitegadas se tornou uma prática comum nas granjas brasileiras. Este manejo compreende a transferência de leitões de leitegadas mais numerosas para as menos numerosas, com o objetivo de formar leitegadas uniformes e baixa variabilidade de peso (BIERHALS et al., 2010).

É importante ressaltar que serão removidos os leitões em excesso e que variam dos demais. Deve-se remover os leitões muito leves e/ou muito pesados, buscando a maior uniformidade possível da leitegada. Separar os leitões pequenos dos maiores gera mais condições para que os menores disputem os melhores tetos, proporcionando melhor desempenho aos leitões, além de aumentar as chances de sobrevivência durante a lactação (BIERHALS et al., 2010).

Baseado em todas as evidências científicas citadas no tópico de "Primeiras mamadas", o momento ideal para realizar a uniformização em maternidades hiperprolíficas que realizam um bom acompanhamento das mamadas é próximo de 12 – 18 horas após o nascimento. Além dos fatores ligados à própria mãe, esse tempo permite que a mãe adotiva ainda esteja produzindo colostro e os leitões recebam algum grau de imunidade da mesma.

Se os leitões forem uniformizados em um período superior ao sugerido estarão mais predispostos à ação de agentes patogênicos (BIERHALS et al., 2010). Além disso, em até 24 horas os leitões definem o teto que vão usar até o desmame (ROBERT & MARTINEAU, 2001). Transferências após essa definição geram novas disputas e perdas de mamadas.

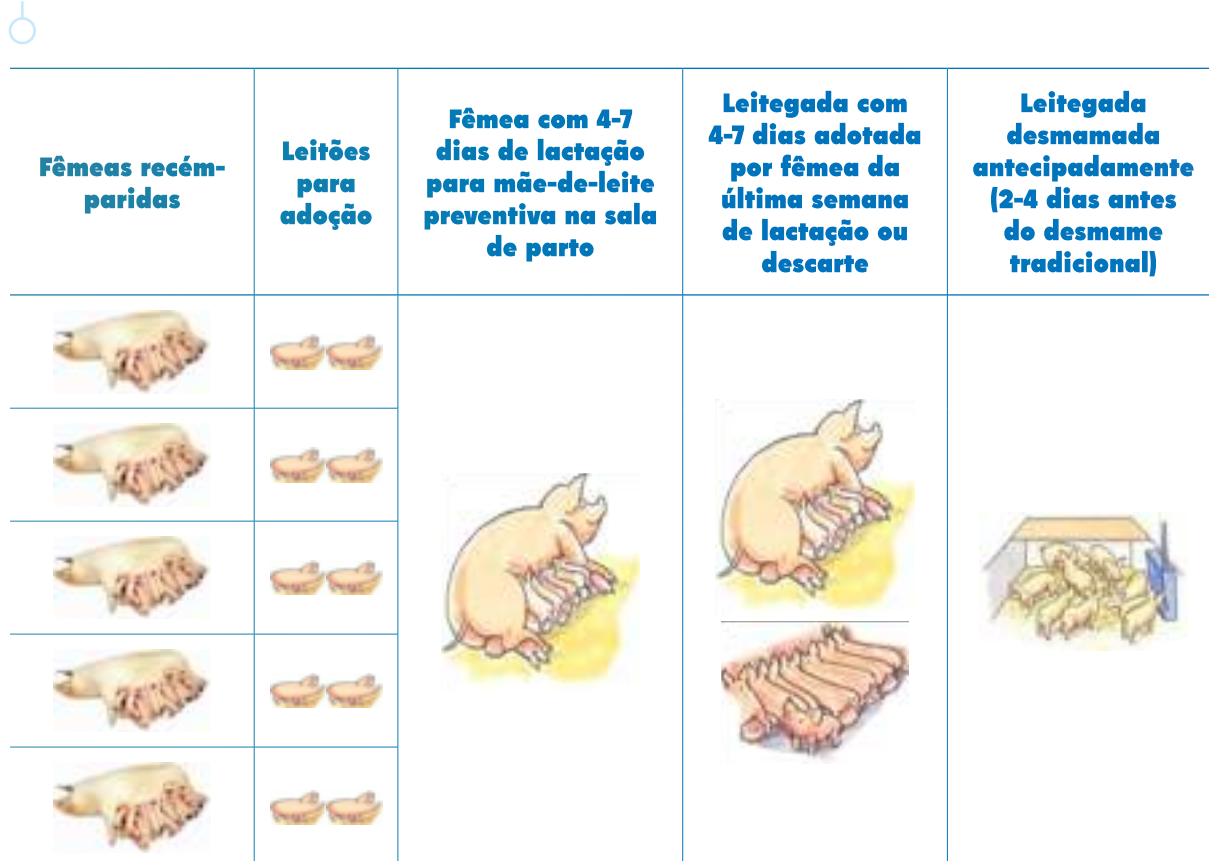
Quanto ao número e a escolha dos leitões a serem transferidos, as transferências devem ser limitadas a no máximo 20% como forma de atenuar aparecimento de enfermidades (MADEC & WADDILOVE, 2002). Esse procedimento facilmente pode ser cumprido em granjas com alta capacidade de amamentação, onde o critério seguido é movimentar apenas o excesso de leitões e as exceções por tamanho dentro da leitegada, deixando assim a grande maioria dos leitões com suas mães biológicas.

Atualmente, é considerado aceitável uma diferença de até 0,200-0,300 kg entre os leitões de uma mesma leitegada após a uniformização. Esse dado foi cancelado por Bierhals et al. (2012) e Souza et al. (2014), os quais somente encontraram aumento significativo da mortalidade quando essa variação foi ultrapassada, uniformizando leves com pesados (0,8 a 1,7 kg).

Neste momento de uniformização, serão formadas as mães de leite preventivas, ou seja, as que adotarão o excesso de leitões da sala e a leitegada dos maiores.

Observados os fatores relacionados aos leitões, o sucesso do processo de uniformização e adoção dos leitões excedentes será completo com a escolha correta da mãe adotiva, a qual deve ter características de habilidade materna e conformação de aparelho mamário adequados. A definição a respeito do ciclo ideal da matriz a ser escolhida ainda carece de mais estudos, porém sabe-se que deve ter entre três e cinco dias de lactação, o que caracteriza o processo de mãe-de-leite preventiva em dois passos, conforme ilustrado na **Figura 5** a seguir.

**Figura 5.** Desenho esquemático da realização da adoção em dois passos (Dallanora e Machado, 2014).



| <b>Fêmeas recém-paridas</b>                                                         | <b>Leitões para adoção</b>                                                          | <b>Fêmea com 4-7 dias de lactação para mãe-de-leite preventiva na sala de parto</b> | <b>Leitegada com 4-7 dias adotada por fêmea da última semana de lactação ou descarte</b> | <b>Leitegada desmamada antecipadamente (2-4 dias antes do desmame tradicional)</b>    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |   |       |  |
|   |    |                                                                                     |                                                                                          |                                                                                       |
|  |  |                                                                                     |                                                                                          |                                                                                       |
|  |  |                                                                                     |                                                                                          |                                                                                       |
|  |  |                                                                                     |                                                                                          |                                                                                       |

Após a uniformização e adoção dos leitões excedentes, deve ser iniciado um trabalho atento para verificar a aceitação das matrizes aos leitões que ficaram ao pé e o acompanhamento das primeiras mamadas da sala será fundamental. As leitegadas das mães-de-leite preventivas apresentam o maior potencial de risco para esmagamento, bem como as leitegadas de pequenos.

O treinamento para uso do escamoteador após as mamadas será também fundamental para reduzir as perdas de leitões, pois condiciona os leitões a se manterem aquecidos e distantes da área de risco de esmagamento entre as mamadas. O treinamento consiste em conduzir os leitões para o escamoteador com o auxílio de objetos (vassouras, espátulas, bastões condutores, etc) direcionando-os para a porta do escamoteador. Isso deve ser iniciado assim que os leitões encerram a mamada e começam a dormir, antes de atingirem sono profundo.

## 15.2.4. Manejo de leitões com baixo peso ao nascer

A frequência de leitões na categoria de baixo peso ao nascimento pode ser sensivelmente reduzida com seleção genética, controle de escore corporal das matrizes e um fornecimento de ração em quantidade e qualidade adequadas. Sabidamente, essa categoria de leitões é a mais predisposta a mortalidade neonatal (FURTADO et al., 2007) e a sua menor sobrevivência está associada principalmente com uma menor ingestão de colostro (maior intervalo entre nascimento e primeira mamada e desvantagem nas disputas) e pela facilidade de perda de calor corporal (predispondo a hipotermia), por isso justificam-se medidas especiais.

A escolha de uma mãe bastante dócil com conformação de aparelho mamário compatível com a leitegada de pequenos é crucial para a sobrevivência dos leitões.

É aconselhável que todos os leitões que nascem com peso abaixo de 1 kg recebam suplementação de colostro imediatamente após o nascimento. O procedimento especial inicia com 20 mL de colostro por meio de sondagem orogástrica e o auxílio de uma sonda uretral no6, de uso humano. Preferencialmente, o colostro deverá ser da mãe biológica, mas eventualmente poderá ser oriundo de um banco de colostro ou de colostro fresco coletado de fêmeas mais velhas, que possuem maior concentração de imunoglobulinas. A **Figura 6** a seguir detalha esse procedimento.

**Figura 6.** Passos para o fornecimento de colostro via sonda



### 6.1. Ordenha de colostro



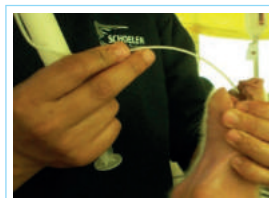
### 6.2. Seringa e sonda preparadas



### 6.3. Anatomia da garganta do leitão



### 6.4. Introdução da sonda



Com o leitão contido, 2/3 da sonda é introduzida seguindo a curvatura do palato duro ("céu da boca") até alcançar a epiglote e entrar no esôfago. O procedimento deve ser realizado de forma cuidadosa devido a fragilidade do tecido da faringe e repetido por mais duas vezes durante as primeiras 24 horas de vida do leitão, inclusive após o processo de uniformização. O único complicador deste procedimento é a possibilidade de falsa via, o que geralmente resulta na morte do leitão. Vale ressaltar ainda que o fornecimento de colostro via sonda não substitui em hipótese alguma a amamentação de colostro na própria mãe. Este serve apenas como um complemento e auxílio ao processo de mamada.

Para a formação de bancos de colostro é adequado ordenhar em boas condições de higiene fêmeas acima de terceiro ciclo, com boa conformação de aparelho mamário. Como a liberação de colostro durante o parto é constante, a coleta é realizada facilmente, porém se houver dificuldade na ordenha existe a possibilidade de aplicar ocitocina, que vai promover a liberação de colostro pelas glândulas mamárias. Deve-se obter, no máximo, 500 ml de colostro por matriz, pois quantidades maiores estarão comprometendo

a mamada subsequente da leitegada biológica. O colostro coletado deve ser congelado caso fique disponível para mais que um dia.

Após a uniformização, os procedimentos de corte de cauda e aplicação de ferro devem ser realizados de forma adequada e são os mesmos, independentemente do número de nascidos. Não se recomenda prender os leitões no escamoteador para realizar os procedimentos, pois estes podem associar esse local ao medo e deixar de utilizá-lo. O ideal é que a leitegada seja colocada em um carrinho e manejada no fundo da baia, para que os leitões possam ir direto ao escamoteador na sequência dos procedimentos individuais.

Também é recomendado o uso de coccidíaca de forma preventiva. Em alguns sistemas de produção, a aplicação de vacinas ocorre ainda na maternidade e é importante observar que, quando há trocas de leitões entre mães e entre salas ao longo da lactação, facilmente ocorrerão falhas vacinais devido à idade inadequada.

A verificação da necessidade de medicação injetável deve ser diária, buscando minimizar o tempo entre os primeiros sinais clínicos e a cura de qualquer enfermidade. A definição de um medicador e o treinamento do mesmo são essenciais para o controle das doenças de porcas e leitões.

### 15.2.5. Manejos com leitões que falham no desenvolvimento ao longo da lactação – mãe-de-leite curativa

Alguns leitões podem apresentar redução no desempenho durante o período lactacional, gerando variabilidade (ver **Figura 7** a seguir). Este processo de refugagem pode estar relacionado a diversas falhas e, quando não for de origem sanitária, geralmente está associado à falta ou à baixa produção de leite da fêmea. A separação dos leitões refugos em uma nova mãe, chamada de mãe-de-leite curativa, possibilita que estes possam se recuperar, pois terão novamente acesso a boa quantidade de leite.

**Figura 7.** Leitões apresentando desempenho inferior ao de sua leitegada.



Para que esse procedimento seja eficaz é preciso identificar os leitões com falha no desempenho o mais precocemente possível, supervisionando diariamente todo o estoque de animais e doá-los para outra mãe, formando uma nova leitegada (CASANOVAS, 2012).

A escolha da mãe adotiva nos dois casos deve ser realizada observando características do aparelho mamário e a docilidade. Em geral, a mãe-de-leite curativa é uma fêmea descarte ou próxima do desmame e deve ter número de tetas funcionais igual ou maior que o número de leitões adotados, boa produção de leite e que aceite os leitões com facilidade.

De maneira geral, o fator que traz mais prejuízos à leitegada nesse manejo é a disputa por tetos e consequentemente perdas de mamadas. Os leitões adotados vocalizam mais, também são mais ativos, gastando mais tempo caminhando ou correndo do que leitões biológicos (ROBERT & MARTINEAU, 2001). Além disso, um dos principais desafios é o comportamento da mãe, que pode aceitá-los com facilidade, rejeitar e até mesmo matar os leitões adotados. Uma das principais características observadas nas fêmeas que têm dificuldade de aceitação é permanecer em pé por muito tempo, sentadas ou em decúbito ventral, impedindo as mamadas.

Trabalhos com uniformização de leitões de baixo desempenho durante a fase lactacional são escassos na literatura, porém sabe-se que o número de leitões mamando influencia no resultado. Quando comparada a eficiência do processo de mãe-de-leite curativa em leitegadas com 11, 13 ou 15 adotados, as leitegadas com 15 leitões apresentaram desvantagens em relação ao número de desmamados, à viabilidade e ao desempenho. Nas leitegadas com 11 ou 13 leitões houve menor taxa de refugagem e mortalidade, além de maior número e peso no desmame (THORUP, 2009).

As mães de leite necessitam de uma atenção especial, pois são as fêmeas que vão recuperar/cuidar de leitões que não tinham disponibilidade de tetos e que consequentemente se tornariam um problema. Dessa forma, o ideal é alojá-las em locais estratégicos da sala, onde há maior fluxo de pessoas, além de utilizar placas de identificação nas gaiolas destas fêmeas para que sejam realmente observadas.

### 15.3. CONCLUSÕES

A gestão das maternidades hiperprolíficas é altamente dependente de alguns fatores de rebanho e deve ser tratada como uma questão global da granja, não somente local do setor. A formação de aparelho mamário de boa qualidade que permita alta capacidade de amamentação é o primeiro passo para preparar o plantel para ter um percentual de mães-de-leite curativas e preventivas de até 10%, somadas. O entendimento da necessidade de organização da mamada do colostro, de forma a assegurar a redução do intervalo entre nascimento e primeira mamada e a uniformização da ingestão do colostro entre os leitões também será decisivo. Os demais manejos com os leitões serão muito semelhantes, independentemente da quantidade de leitões que nascerem. Seguindo esses passos, certamente os conceitos de bem-estar animal e produção ética passarão a ser melhor atendidos, cumprindo a função dos manejadores como zeladores das condições de vida dos animais de produção.



## 15.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL FILHA WS, BERNARDI ML, WENTZ I, BORTOLOZZO FP. Growth rate and age at boar exposure as factors influencing gilt puberty. *Livestock Science*. 120:51–57. 2009.
- BANDRICK, M.; PIETERS, M.; PIJOAN, C.; BAIDOO, S.K.; MOLITOR, T.W. Effect of crossfostering on transfer of maternal immunity to *Mycoplasma hyopneumoniae* to piglets. *Vet Record* 2011, 168:100–106.
- BANDRICK, M.; THEIS, K.; MOLITOR, T.W. Maternal immunity enhances *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination induced cell-mediated immune responses in piglets *BMC Veterinary Research* 2014, 10:124 disponível em <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/10/124>
- BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. *Acta Scientiae Veterinariae*. 38 (Supl 1): s141-s157. 2010.
- BIERHALS, T.; MAGNABOSCO, D.; RIBEIRO, R. R.; PERIN, J.; DA CRUZ, R. A.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Influence of pig weight classification at cross-fostering on the performance of the primiparous sow and the adopted litter. *Livestock Science*. v. 146, p. 115–122. 2012.
- BORTOLOZZO, F.P.B; WENTZ,I. Síndrome da disgalactia pós-parto na porca: uma visão atual do problema *Acta Scientiae Veterinariae*. 35(Supl.): S1-S8, 2007.
- CASANOVAS, C. 2012. Transfers of piglets until the 3rd-4th day after their birth. Disponível em: [https://www.pig333.com/articles/transfers-of-piglets-until-the-3rd-4th-day-after-their-birth\\_6380/](https://www.pig333.com/articles/transfers-of-piglets-until-the-3rd-4th-day-after-their-birth_6380/). Acesso em: 11/06/2018.
- DALLANORA, D.; MACHADO, G.S. Mães-de-leite: princípios, limitações e métodos de aplicação. P.577-581 in ABCS, *Produção de Suínos – teoria e prática*. 905p. 2014.
- DAMM, B. I.; PEDERSEN, L. J.; HEISKANEN, T.; NIELSEN, N. P. Long-stemmed straw as an additional nesting material in modified Schmid pens in a commercial breeding unit: effects on sow behaviour, and on piglet mortality and growth. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 45–60. 2005.
- DECALUWÉ, R.; MAES, D.; WUYTS, B.; COOLS, A.; PIEPERS, S.; JANSSENS, G.P.J. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. *Livestock Science*, v. 162, p. 185–192, 2014.
- DECLERCK, I.; DEWULF, J.; PIEPERS, S.; DECALUWÉ, R.; MAES, D. Sow and litter factors influencing colostrum yield and nutritional composition. *Journal of Animal Science* doi:10.2527/jas2014-8282 2015
- DECOUX, M. Como produtores europeus produzem mais de 40 leões/porca/ano Simpósio Brasil Sul de Suinocultura 2017
- DEVILLERS, N.; VAN MILGEN, J.; PRUNIER, A.; LE DIVIDICH, J. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science*, 78:305–313. 2004.
- DEVILLERS, N.; FARMER, C.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*. 1, 1033–1041. 2007.
- DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*. 5, 1605–1612. 2011.
- ELIASSON, C.; ISBERG, S. Production and composition of sow milk 2011 Disponível em [https://stud.epsilon.slu.se/3754/1/eliasson\\_et\\_al\\_111231.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/3754/1/eliasson_et_al_111231.pdf)
- FARMER, C.; DEVILLERS, N.; ROOKE, J. A.; LE DIVIDICH, J. Colostrum production in swine: from the mammary glands to the piglets. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 1: No 003, 16 pp. 2006.
- FARMER, C.; QUESNEL, H. 2009. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *Journal of Animal Science*. 87: 56–65.
- FERRARI, C. V.; SBARDELLA, P. E.; BERNARDI, M. L.; COUTINHO, M. L.; VAZ JR, I. S.; WENTZ, I.; BORTOLOZO, F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*. v. 114, p. 259–266. 2014.



FOISNET, A.; FARMER, C.; DAVID, C.; QUESNEL, H. Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. *Journal of Animal Science*. v. 88, p. 1672–1683. 2010.

FURTADO, C. S. D.; MELLAGI, A. P. G.; CYPRIANO, C. R.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Fatores não infecciosos que influenciam o desempenho de leitões lactente. *Acta Scientiae Veterinariae*. 35(Supl.): S47-S55, 2007.

HLAVOVA, K.; STEPANOVA, H.; FALDYNA, M. The phenotype and activation status of T and NK cells in porcine colostrum suggest these are central/effector memory cells. *The Veterinary Journal* 202. P477-482. 2014.

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*. v. 78, p. 25–45, 2002.

KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J. E. Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science*. 64:1458-1466. 1987.

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P.; PAUL, E.; STRULLU, F. Effect of fat content of colostrum on voluntary colostrum intake and fat utilization in newborn pigs. *Journal of Animal Science*. 75:707-713. 1997.

LE DIVIDICH, J.; MARTINEAU, G. P.; THOMAS, F.; DEMAY, H.; RENOULT, H.; HOMO, C.; BOUTIN, D.; GAILLARD, L.; SUREL, Y.; BOUETARD, R.; MASSARD, M. Acquisition de l'immunité passive chez les porcelets et production de colostrum chez la truie. *J. Rech. Porcine Fr.* 36:451-456. 2004.

LE DIVIDICH, J.; CHARNECA, R.; THOMAS, F. Relationship between birth order, birth weight, colostrum intake, acquisition of passive immunity and pre-weaning mortality of piglets. *Spanish Journal of Agricultural Research*. v.15. 2017.

LEENHOUWERS, J.I.; DE ALMEIDA JÚNIOR, C.A.; KNOL, E.F.; VAN DER LENDE, T. Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *Journal of Animal Science*, 79 (6):1416-1422. 2001

LISBOA, M.N.T.S. (2000) Trinta leitões/porca/ano: experiência brasileira Thirty piglets/sow/year: a brazilian experience *Rev Bras Reprod Anim Supl*, Belo Horizonte, n.6, p.199-203, dez. 2009. Disponível em [www.cbpa.org.br](http://www.cbpa.org.br).

MACHADO, G.S. 35 leitões/fêmea/ano das bases fisiológicas à realidade prática! 2013 Disponível em <http://www.pecnordestefaec.org.br/2013/wp-content/uploads/2013/09/BASESFISIOLOGICAS.pdf>

MADEC, F.; WADDILOVE, J. Control of PCV2 or control other factors, several approaches to a complex problem. In: *Proceedings of the 17th International Pig Veterinary Society Congress* (Ames, U.S.A.). p. 45–53. 2002.

OTTO, M.A. Produção de colostro e desempenho da leitegada em fêmeas suínas multíparas submetidas a indução do parto. *Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. 46p. 2014.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 110, p. 206–213, 2013.

QUESNEL, H. Colostrum: roles in piglet performance and production by the sow. In: *Proceedings of IV SINSUI*, p. 1-12. 2011a.

QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal*. v. 5:10, p. 1546–1553. 2011.

ROBERT, S.; MARTINEAU, G.P. Effects of repeated cross-fostering on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *Journal of Animal Science*. 79: 88–93. 2001.

SALMON, H.; BERRI, M.; GERDTS, V. & MEURENS, F. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. *Developmental and Comparative Immunology*. 33, 384–393. 2009.

SOUZA, L. P.; FRIES, H. C. C.; HEIM, G.; FACCIN, J. E.; HERNIG, L. F.; MARIMON, B. T.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross-fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.66, n.2, p.510-518, 2014.

THEIL, P. K., K. SEJRSEN, W. L. HURLEY, R. LABOURIAU, B. THOMSEN, AND M. T. SORESEN. 2006. Role of suckling in regulating cell turnover and onset and maintenance of lactation in individual mammary glands of sows. *J. Anim. Sci.* 84:1691-1698. doi:10.2527/jas.2005-518

THORUP, F. Can prolific sows nurse their own progeny? In: *Proceedings of the 8th International Conference on Pig Reproduction* (Banff, Canada). p.183. 2009.

TUBOLY, S.; BERNATH, S.; GLAVITS, R.; MEDVECZKY, I. Intestinal absorption of colostral lymphoid cells in newborn piglets. *Veterinary Immunology and Immunopathology.* 20:75-85. 1998.

TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TIEMANN, U. Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology.* v. 54, p. 371-388. 2000.

XU, R. J.; SANGILD, P. T.; ZHANG, Y. Q.; ZHANG, S. H. Bioactive compounds in porcine colostrum and milk. Pages 169-192 in *Biology of the intestine in growing animals.* R. Zabielski, P. C. Gregory and B. Weström, editors. Elsevier Science B. V., Amsterdam, The Netherlands. 2002.



# CAPÍTULO 16 – INTER-RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÕES, ÍNDICES DE DESEMPENHO E BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA – UMA VISÃO HOLÍSTICA

**Autores:** CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R.

**Contato:** carlospierozan@hotmail.com

## 16.1. INTRODUÇÃO

Ao analisar o sistema contemporâneo de produção de suínos, é possível perceber que alguns problemas relacionados ao BEA (bem-estar animal) foram amenizados ou praticamente extinguidos com a adoção do sistema confinado de produção (ex. estresse por frio, predação). Em contrapartida, outros foram criados ou exacerbados (ex. restrição social, agressões entre animais alojados em grupo) (FRASER, 2005; HEMSWORTH, 2018). Contudo, se considerarmos que o grau de bem-estar de um animal é influenciado por fatores-chave – como temperatura, oferta de substrato, qualidade do alimento e prevenção de doenças – a questão “quão bem o sistema de produção é operado?” se torna mais importante do que “qual o sistema que está sendo adotado?”, seja ele confinado, semiconfinado ou ao ar livre (FRASER, 2005).

Independentemente das respostas para essas questões há uma crescente busca por melhores índices zootécnicos na produção animal, criando assim o desafio de conciliar a melhora da produtividade com as questões inerentes ao bem-estar. O objetivo primário de rebanhos suínos reprodutores é maximizar o número de leitões desmamados por porca ao ano (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005). No que diz respeito à matriz suína, uma vez que o tipo e as condições das instalações onde ela é mantida podem afetar seu desempenho (KOKETSU e IIDA, 2017), as modificações no ambiente realizadas com o objetivo de melhorar sua condição de vida, muitas vezes, só serão sustentáveis caso não ocorra prejuízo à produtividade ou, sobretudo, à lucratividade da atividade.

Nesse sentido, a produção contemporânea de suínos vive sob constantes mudanças nas quais se observa que é possível realizar complexas modificações – algumas vezes até mesmo apontadas como insustentáveis – sem inviabilizar a atividade, como no caso da adoção do sistema de alojamento coletivo para matrizes gestantes. Por outro lado, a imposição ou mesmo a adoção por livre e espontânea vontade de uma modificação no ambiente de reprodução da matriz suína sem antes considerar a atividade como um todo é um ato negligente, pois, ao mesmo tempo em que a modificação pode beneficiar o bem-estar da fêmea, o bem-estar de seus leitões ou mesmo a produtividade podem ser prejudicados. Similarmente, a interpretação equivocada das questões inerentes ao BEA por parte do governo, da indústria ou dos consumidores pode induzir à adoção de práticas inadequadas, resultando, por exemplo, no banimento de determinado sistema de alojamento (BARNETT et al., 2001).

De acordo com Munsterhjelm et al. (2006), “ações que promovem a produção com BEA frequentemente são vistas como investimentos sem retornos”. É possível que essa

afirmação esteja deixando de ser uma realidade frequente. Cada vez mais o BEA é tratado pelas companhias como oportunidade (financeira e de reputação), apresentado como uma responsabilidade corporativa e não mais como uma exigência imposta pelo mercado (AMOS e SULLIVAN, 2017, 2018). O que chama a atenção nessa questão é que a principal fomentadora dessa mudança de visão é a própria indústria de alimentos, que passa a tratar o BEA como um diferencial para seus produtos, agregando valor a eles e possibilitando novas parcerias com clientes, ingressos a novos mercados e a elaboração de novos produtos (AMOS e SULLIVAN, 2017).

Esse capítulo não tem como objetivo apontar todas as vantagens e as desvantagens de cada sistema de alojamento, instalações e seus diferentes designs na fase reprodutiva, mas sim apresentar uma visão geral e abrangente do vínculo existente entre instalações, bem-estar de porcas e leitões e índices zootécnicos nesse período. Dessa forma, a intenção é permitir que os indivíduos vinculados à cadeia de produção, no dia-a-dia de suas atividades, compreendam por si sós, de forma intuitiva e profunda, a importância de se considerar a inter-relação entre essas três esferas (e não cada uma delas em separado) quando se cogita alterar o sistema de habitação ou modificar seu design. A discussão se inicia com um tópico que procura demonstrar como desempenho e BEA se relacionam. Na sequência, se discutirá como as instalações podem afetar os resultados desses dois elementos, abordando mais a fundo esses efeitos de acordo com diferentes instalações nas fases de cobertura, gestação e maternidade. Ao longo dos tópicos, a fim de enriquecer a discussão, serão incluídos dados de um estudo<sup>4</sup> recente realizado no Brasil que avaliou as condições das instalações de 150 granjas que desenvolviam a fase de reprodução, perfazendo um plantel de 135.168 matrizes produtivas - uma amostragem de aproximadamente 8% das 1,7 milhões de matrizes industriais no país (NEVES et al., 2016).

## 16.2. RELAÇÃO DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO COM O BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA

A OIE (Organização Mundial de Saúde Animal, da sigla em inglês) define, no Código Sanitário para os Animais Terrestres, que o BEA se refere ao modo como o animal se ajusta às condições nas quais ele vive (OIE, 2017). Nesse sentido, a avaliação do BEA, considerando essa abordagem de desafios "versus" capacidade de adaptação, abrange a mensuração das respostas fisiológicas e comportamentais demonstradas pelo animal em virtude de determinada mudança no ambiente, enquanto o custo biológico destas respostas inclui consequências sobre a habilidade de crescer, se reproduzir e permanecer saudável (BARNETT et al., 2001; HEMSWORTH, 2018). Ou seja, a amplitude dessas respostas bem como o custo biológico delas sobre a saúde e o desempenho são formas de se avaliar o bem-estar de um animal submetido a alguma mudança no ambiente. A difícil ou inadequada adaptação do animal a uma dada circunstância será prejudicial ao seu bem-estar por sobrecarregar sua capacidade de adaptação (HEMSWORTH, 2018). Por outro lado, retomando a definição de BEA proposta pela OIE, caso as evidências científicas provenientes da avaliação do BEA indiquem que o animal está saudável, confortável, bem nutrido, em segurança, apto a expressar seu comportamento inato e isento de sensações desagradáveis como dor, medo ou angústia, pode-se considerar que ele está em boas condições de bem-estar (OIE, 2017).

---

<sup>4</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017

No que diz respeito aos indicadores de produção associados ao BEA, qualquer diminuição na produção, como a queda no pico de produção de leite, problemas de fertilidade ou menor ganho de peso diário, representam perturbações ao bem-estar de um animal (VILANOVA, 2008; BAPTISTA et al., 2011). Entretanto, desempenho elevado não implica necessariamente em adequado BEA. Até certo ponto, o aumento na produtividade indica melhora do bem-estar, contudo, quando um limite é atingido, o aumento da produtividade só é possível com a diminuição do conforto e do bem-estar (European Food Safety Authority, 2006).

Ao passo que nas fases de creche, crescimento e terminação a eficiência da atividade é avaliada basicamente por quatro índices zootécnicos – consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e taxa de mortalidade – na fase reprodutiva o desempenho pode ser representado por muitas variáveis, as quais norteiam as ações dentro da granja e permitem a identificação dos pontos a serem melhorados. A produtividade pode ser um indicador indireto de BEA, sobretudo quando se consideram parâmetros relacionados à saúde animal (DIAS et al., 2014). Como exemplo, quando se pensa em mortalidade de matrizes e de leitões na maternidade é bastante evidente que essas variáveis possuem relação com o bem-estar, inclusive são medidas utilizadas em protocolos que avaliam o BEA (WELFARE QUALITY®, 2009). Entretanto, apesar de menos evidentes, outras variáveis de desempenho possuem relação e podem ser utilizadas na avaliação do BEA, como é caso da fertilidade, tamanho da leitegada, peso do leitão e número de leitões desmamados por matriz por ano (BENCH et al., 2013), dias não produtivos e porcentagem de natimortos (veja **Tabela 1** a seguir).

**Tabela 1.** Índices de produção que possuem alguma relação com o bem-estar dos animais (matrizes e/ ou leitões) na fase reprodutiva.

| <b>Índice (unidade)</b>                | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mortalidade na gestação/ matriz (%)    | Mortalidade de fêmeas na fase de gestação                                                                                                                                                                                                     |
| Mortalidade na maternidade/ matriz (%) | Mortalidade de fêmeas na maternidade                                                                                                                                                                                                          |
| Mortalidade total/ matriz (%)          | Mortalidade de fêmea nas fases de gestação e maternidade                                                                                                                                                                                      |
| Parto por matriz por ano (un.)         | Quantidade de partos de acordo com o tamanho do plantel no período de um ano                                                                                                                                                                  |
| Taxa de parição (%)                    | Total de fêmeas que pariram em relação ao número total de fêmeas cobertas                                                                                                                                                                     |
| Abortos (%)                            | Quantidade de abortos em relação à quantidade de partos                                                                                                                                                                                       |
| Intervalo desmame-estro (dia)          | Período decorrido entre o desmame e o momento que a fêmea demonstra estro                                                                                                                                                                     |
| Dias não produtivos (dia)              | Somatória dos dias em que a matriz não se encontrava em gestação nem lactação. Leva em consideração abortos, repetições de estro, descartes ou mortes pós-cobertura, intervalo desmame-estro e dias decorridos até o descarte da matriz vazia |
| Leitões nascidos total (un.)           | Total de leitões nascidos vivos somado aos natimortos e mumificados                                                                                                                                                                           |
| Leitões nascidos vivos (un.)           | Total de leitões nascidos com vida                                                                                                                                                                                                            |

| <b>Índice (unidade)</b>             | <b>Descrição</b>                                                                 |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Natimortos (%)                      | Total de leitões nascidos mortos em relação ao total de nascidos                 |
| Mumificados (%)                     | Total de leitões mumificados em relação ao total de nascidos                     |
| Mortalidade total/ leitão (%)       | Total de leitões nascidos com vida em relação ao total de desmamados por matriz  |
| Peso vivo do leitão ao desmame (kg) | Peso total da leitegada em relação à quantidade de leitões na leitegada          |
| Desmamados por leitegada (un.)      | Total de leitões desmamados por matriz                                           |
| Desmamados por matriz por ano (un.) | Total de leitões desmamados em um ano em relação ao total de matrizes produtivas |
| Longevidade (partos)                | Número de parições nas quais a matriz se manteve produtiva                       |

### 16.3. INTER-RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÕES, ÍNDICES DE DESEMPENHO E BEM-ESTAR ANIMAL NA FASE REPRODUTIVA

No dia a dia da granja, uma situação de alta produtividade e baixa mortalidade pode indicar que os animais estão se sentindo bem. Entretanto, é possível que, em condições de alta produtividade, o produtor considere que os animais estão em um ambiente adequado, o que algumas vezes não representa uma verdade (KAUPPINEN et al., 2012). O sistema de alojamento e seu design afetam intensamente os aspectos BEA e desempenho de matrizes e leitões (MUNS et al., 2016). A abordagem de estudo do bem-estar que considera o funcionamento do organismo do animal pode ser utilizada em comparações de sistemas de alojamento ou manejo e os riscos que oferecem ao bem-estar podem ser verificados por meio de mudanças nas respostas biológicas (de comportamento e fisiologia) que, por sua vez, correspondem a diminuições na aptidão física e de saúde (BARNETT et al., 2001). Como exemplo, para esclarecer melhor essa questão, certos sistemas de alojamento e componentes ambientais dentro desses sistemas podem desencadear no animal a elevação dos níveis de cortisol, um hormônio relacionado à resposta fisiológica ao estresse, o qual, por sua vez, altera a secreção de gonadotrofinas (hormônios relacionados à reprodução), causando infertilidade e baixo desempenho reprodutivo da matriz (MELCHIOR et al., 2012). O aumento dos níveis de cortisol em matrizes gestantes representa redução no número de leitões nascidos vivos e desmamados, diminuição do peso do leitão ao nascimento e ao desmame, e aumento do número de natimortos, mumificados e mortos ao nascer (MELCHIOR et al., 2012).

Informações de fácil obtenção nas granjas, como mortalidade, morbidade, taxa de concepção e crescimento da prole, dentre outras, podem ser utilizadas na verificação do sucesso reprodutivo dos indivíduos e, ao mesmo tempo, como medida de aptidão física e de saúde deles ao sistema (BARNETT et al., 2001). Podemos observar a fundo um desses índices, o número de leitões desmamados por fêmea por ano (LDFA), a fim de demonstrar como se relaciona com aspectos inerentes ao BEA e, por sua vez, como ambos, desempenho e BEA, podem ser afetados pelo sistema de alojamento e designs das instalações. Atualmente, o alvo de LDFA é 30 animais, com possibilidade de futuramente chegar a 40 leitões por meio do melhoramento genético e do manejo (KOKETSU et al., 2017). Com o objetivo



de diminuir os dias não produtivos e aumentar os índices "partos fêmea ano" e "leitões desmamados por fêmea por ano", algumas propriedades podem adotar como aceitável um período muito curto de intervalo-desmame-estro, sobretudo para fêmeas jovens, que geralmente necessitam de intervalos maiores (STALDER et al., 2012). Embora um menor intervalo-desmame-estro esteja relacionado a mais leitões nascidos vivos (MUNSTERHJELM et al., 2008), granjas com altos valores de LDFA podem produzir muitos leitões refugos e com baixo peso ao nascer, incapazes de ingerir colostro em quantidade suficiente (KOKETSU et al., 2017), situação que representa um problema de BEA. Por sua vez, maior peso ao nascimento e maior ingestão de colostro estão associados a maiores pesos no desmame e nas fases finais de crescimento e terminação, além de menores taxas de mortalidade pré-desmame e durante o período de creche (DECLERCK et al., 2016). Ou seja, o bem-estar dos leitões pode vir a ser comprometido quando a prolificidade da matriz é muito alta, a menos que o melhoramento genético da matriz permita maior possibilidade de fornecimento de leite e maior espaço uterino (KOKETSU et al., 2017).

Portanto, a produção de suínos em um determinado ambiente pode ser dividida em um conjunto de etapas, cada qual com problemas biológicos a ser resolvidos, cujo resultado é fortemente influenciado pelo sistema de habitação (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997). Tanto os índices de desempenho quanto o BEA sofrem influência de fatores ligados ao sistema de alojamento e, sobretudo, aos designs das instalações desse sistema. Pequenos ajustes no ambiente, como a colocação de uma divisória entre matrizes alojadas individualmente, podem afetar a resposta fisiológica do animal ao sistema (MCGLONE et al., 2004). Existem diversos tipos de instalações para matrizes suínas, as quais podem ser comparadas separando-as em fases distintas dentro do período de reprodução da fêmea, incluindo cobertura, gestação e lactação (KOKETSU e lida, 2017).

### 16.3.1. Fase de cobertura

No período de pré-gestação ou fase de cobertura, muitos dos problemas de bem-estar relacionados com as instalações são similares àqueles observados na fase de gestação. Destacam-se os problemas inerentes ao alojamento em cela, as agressões entre animais no caso do alojamento em grupo e a impossibilidade de fornecimento de substratos orgânicos (BARNETT et al., 2001). Nessa fase, a gestão adequada da habitação facilita a detecção do estro e o momento correto para inseminação (KOKETSU e lida, 2017).

Na fase de pré-gestação, as matrizes que desmamam são transferidas do galpão de maternidade para uma área de cobertura onde geralmente permanecem alojadas individualmente, o que facilita a exposição ao cachaço e a detecção do estro. Alojamento a fêmea isolada em cela logo após o desmame, em detrimento a alojá-la em baia coletiva, é uma prática muito realizada na América do Norte (KOKETSU e lida, 2017) e também no Brasil (86% celas e 14% baias, n = 93 granjas)<sup>5</sup>.

Comumente, os sistemas de produção que utilizam alojamento misto (celas e baias) durante a gestação procuram manter as fêmeas em celas por cerca de 30 dias após a cobertura para então transferi-las para as baias, permitindo o estabelecimento da gravidez e a confirmação da prenhez no momento que ela está isolada. O sistema "cobrir e soltar", consiste em manter as matrizes em celas individuais durante um período mais curto, que compreende o desmame até a cobertura, com posterior transferência dos animais para as

---

<sup>5</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

baías coletivas (ROHR et al., 2016). No Brasil, foi identificado que entre 150 granjas apenas 2,7% empregava esse manejo<sup>6</sup>.

Além disso, existe um terceiro tipo de manejo de alojamento em que as matrizes são agrupadas logo após o desmame, com isso evita-se que a mistura de animais aconteça após a inseminação (PELTONIEMI et al., 2016). No agrupamento de animais não familiarizados a hierarquia se estabelece entre dois a 10 dias (MAES et al., 2016). Dessa forma, a formação de grupos logo após o desmame elimina o risco relacionado ao alto nível de agressões durante o período embrionário, uma vez que a maior parte das agressões ocorreu antes da fertilização (PELTONIEMI et al., 2016).

Independente de o confinamento ser em baia ou em cela, o ambiente após o desmame deve estimular o máximo consumo de água e ração para mitigar a perda de peso ocorrida na lactação. Nesse sentido, comedouros tipo "calha" que operem também como bebedouros (ver **Figura 1A** a seguir) não são desejáveis, uma vez que é comum que a água seja liberada sem que a matriz tenha terminado de ingerir seu alimento (PIC®, 2015). No Brasil, dentre 103 granjas de reprodução pesquisadas, 42,6% utilizava bebedouro em nível (própria calha do comedouro) para as matrizes na etapa de pré-gestação<sup>7</sup>, indicando espaço para possíveis melhorias quanto a esse tipo de instalação, como a instalação de bebedouros separados da calha de alimentação (ver **Figura 1B** a seguir).

**Figura 1.** Celas de gestação com comedouro/bebedouro tipo calha (A) e bebedouros separados da calha de alimentação (B). **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



O estro em marrãs e porcas é estimulado pela presença e intensidade de contato com machos suínos (SOEDE e KEMP, 2015) e pela quantidade e intensidade de iluminação (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997). O contato entre o macho suíno e as matrizes desmamadas pode estimular o desenvolvimento folicular, diminuindo o intervalo desmame-estro, benefício importante, sobretudo para matrizes que geralmente apresentam intervalos altos, como aquelas de primeiro parto (SOEDE e KEMP, 2015). Porém, para que as matrizes não se acostumem com os machos utilizados na estimulação/detecção de cio, estes devem ser mantidos a uma distância considerável (SOEDE e KEMP, 2015). No que diz respeito à iluminação, recomenda-se fornecer de 12-14 horas de luz por dia às matrizes (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997), sempre que possível utilizando luz natural em detrimento da artificial (ROHR et al., 2016).

<sup>6</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

<sup>7</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

### 16.3.2. Fase de gestação

Figura dentre as principais questões contemporâneas inerentes ao BEA a substituição de habitações em espaços muito confinados por sistemas que permitam maior amplitude de movimento e adequado contato social entre animais (DIAS et al., 2018). Um exemplo bastante empregado em estudos que avaliam esse assunto é a situação da União Europeia em relação à utilização de celas de gestação para matrizes suínas. Desde o ano 2013, os países que formam esse bloco estão proibidos de alojar matrizes em celas no período que compreende as quatro semanas após a cobertura até uma semana antes da data prevista para o parto (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2008). No mesmo sentido, países como Nova Zelândia, Canadá e Austrália, assim como alguns estados dos Estados Unidos, já normatizaram ou estão em processo de normatização para eliminação do uso contínuo das celas de gestação (HARRIS, 2014).

Quarto maior produtor mundial de carne suína, o Brasil adota predominantemente o sistema de alojamento em celas individuais para as matrizes reprodutoras (CUNHA et al., 2018). Contudo, um estudo<sup>8</sup> identificou que o sistema misto (celas e baias) já vinha sendo utilizado por 58% das granjas, enquanto o sistema contínuo em celas ou contínuo em baias ao longo de toda a fase de gestação era empregado, respectivamente, por 39,3 e 2,7% das explorações. Nesse assunto, quatro das maiores empresas brasileiras produtoras de suínos, BRF S.A., JBS S.A., Cooperativa Central Aurora Alimentos e Frimesa Cooperativa Central, se comprometeram a substituir completamente em suas granjas e de seus integrados até o ano de 2025-2026, o sistema de alojamento contínuo de matrizes em celas pelo uso de baias coletivas (BRF..., 2014; Cooperativa Central Aurora Alimentos, 2015; Suinocultura Industrial, 2015; Frimesa Cooperativa Central, 2017). Essas informações corroboram com o fato de que o Brasil, mesmo que ausente de normativas oficiais quanto ao assunto (DIAS et al., 2018), vem caminhando para a modificação do sistema até então tido como predominante na suinocultura industrial do país.

### 16.3.3. Alojamento em celas

O maior problema do alojamento individual de matrizes em celas (ver **Figura 2** a seguir) é a severa restrição comportamental por ele instaurado (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997), dificultando ou impedindo até mesmo mudanças simples de postura pelo animal, como girar em torno do próprio eixo, levantar-se e deitar-se (MARCHANT-FORDE, 2010). Por conta da movimentação prejudicada, torções gastrointestinais, constipação e estase urinária são problemas de saúde mais frequentes em matrizes alojadas em celas do que em matrizes alojadas em grupo (MAES et al., 2016). Além disso, esse sistema limita contatos visuais, olfativos, auditivos e táteis entre animais, comprometendo o estabelecimento efetivo da relação dominância-submissão (MCGLONE et al., 2004). Apesar de não ocorrer contato físico nos momentos de agressões, os animais podem permanecer em constante estresse social (CALVO, 2016), embora ainda haja contradição entre os resultados na literatura com relação a essa questão. Por fim, as matrizes em celas têm sua função cardíaca e resistência óssea reduzidas, conformação corporal alterada e são associadas a maior incidência de lesões por pressão, tais como úlceras de decúbito (MARCHANT-FORDE, 2010). Algumas dessas condições podem aumentar a ocorrência de natimortos (CUNHA et al., 2018).

---

<sup>8</sup>Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

**Figura 2.** Alojamento individual de matrizes suínas em celas de gestação. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Por outro lado, o alojamento em celas permite um manejo mais fácil e alimentação individualizada (HARRIS et al., 2006). Pode também oferecer maior proteção contra interações físicas agressivas, mas isso dependerá do modelo de divisórias entre as celas (MCGLONE et al., 2004). Devido a maior facilidade de observação das matrizes alojadas em celas em comparação àquelas alojadas em baias coletivas no estágio inicial da gestação, são maiores as chances de detecção de retornos ao estro das matrizes em celas, o que pode resultar em maiores taxas de parto e/ou aumento no tamanho da leitegada e no número de leitegadas por fêmea por ano (SPOOLDER et al., 2009).

### 16.3.3.1. Alojamento em baias coletivas

Há um crescente interesse em analisar os efeitos do agrupamento sobre o bem-estar e a produtividade da fêmea suína (CUNHA et al., 2018). Os sistemas de alojamento em grupo (ver Figura 3 a seguir), em contraste com aqueles em cela, permitem à fêmea suína maior amplitude de movimento e exploração do ambiente, interagir socialmente com membros da mesma espécie e escolher áreas para urinar, defecar e descansar (LEVIS e CONNOR, 2013; MAES et al., 2016). Além disso, a liberdade de locomoção melhora a função cardíaca e a força muscular e óssea (MARCHANT-FORDE, 2010).

**Figura 3.** Alojamento em grupo de matrizes suínas em baias de gestação. Nota: a identificação colorida na região dorsal dos animais decorre de algum controle realizado na granja. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Entretanto, alojamentos mal planejados podem não oferecer uma área adequada para descanso (LEVIS e CONNOR, 2013), promover aumento de interações agressivas por acesso aos recursos (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005; MARCHANT-FORDE, 2010; LEVIS e CONNOR, 2013) e, consequentemente, aumentar lesões de pele (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005; HARRIS et al., 2006). Além disso, esses sistemas têm sido associados a maiores ocorrências de lesões de vulva e claudicação, o que pode diminuir a longevidade dos animais (KOKETSU e IIDA, 2017), bem como à maior variabilidade de escore de condição corporal (SALAK-JOHNSON e CURTIS, 2007). Por fim, pode ser difícil prover cuidados, alimentação e tratamento individuais às matrizes alojadas em grupo (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997). Embora destacados esses problemas, a maioria das revisões de literatura concluem que o BEA é melhor no alojamento coletivo ou que não há diferenças entre esse sistema e as celas de gestação (MARCHANT-FORDE, 2010).

No tocante ao desempenho reprodutivo, a análise de um conjunto de estudos não indicou diferenças para taxa de parto, leitões nascidos vivos e nascidos totais, natimortos e peso do leitão ao nascimento entre matrizes alojadas em baias em comparação àquelas alojadas em celas (MCGLONE et al., 2004). Até então, não há estudos conclusivos que indiquem maior número de retornos ao estro e abortos para matrizes em baias coletivas. Portanto, de forma geral, não há diferenças de desempenho da matriz entre esses dois sistemas (CALVO, 2016). É importante destacar que, além da capacidade de manter adequada saúde e bem-estar para a matriz, outros critérios deverão ser considerados na escolha de determinado sistema de alojamento em grupo, como o custo do investimento, a facilidade de manejo, a exigência de mão-de-obra, a simplicidade geral do sistema e a preferência pessoal (LEVIS e CONNOR, 2013). Caberá aos produtores e técnicos a função de determinar, com base nesses critérios e nos resultados de desempenho e BEA, quais instalações e equipamentos são mais adequados para seu sistema de produção.

Diversas variáveis devem ser consideradas quando se propõe trabalhar com o alojamento de matrizes em grupo, como aquelas relacionadas às características gerais do grupo (tamanho e sua configuração: dinâmico "versus" estável), instalações (provimento de espaço, tipo de piso, presença de material para cama, sistema de ventilação, aquecimento e refrigeração, design geral da baia) (LEVIS e CONNOR, 2013), e o modelo do sistema de alimentação (MAES et al., 2016). Não é o alojamento em grupo em si, mas sim o conjunto dessas características que determinarão os resultados sobre o BEA e desempenho. Na sequência, serão discutidos os efeitos de algumas dessas instalações sobre esses dois eixos da produção animal, BEA e produtividade.

### 16.3.3.2. Sistema de alojamento no início da gestação

Um alojamento adequado no período inicial da gestação – desde a cobertura até à primeira checagem da prenhez, normalmente realizada dentro das quatro primeiras semanas pós-cobertura – é aquele que propicia a proteção dos embriões, facilita a confirmação da prenhez por meio da exposição ao cachaço ou pela ultrassonografia e permite uma alimentação individualizada da matriz a fim de ajustar sua condição corporal (KOKETSU e IIDA, 2017). Assim, a formação dos grupos, passados 28 dias do momento da inseminação, é a prática mais realizada nas granjas, uma vez que oferece maior controle dos retornos ao estro. Quando a fêmea é mantida em cela, a detecção do estro e a inseminação são facilitadas. Além disso, permite-se controlar a quantidade de alimento fornecida a cada fêmea, ajustando sua condição corporal antes da transferência para a baia coletiva (TURCOTTE et al., 2015).



Pode haver prejuízo reprodutivo a depender da fase de gestação que a matriz é submetida a fatores de estresse. A transferência de marrãs para baias coletivas aos sete dias após a inseminação em detrimento à permanência em celas individuais ao longo da gestação mostrou reduzir a taxa de parição, sem prejuízo ao tamanho da leitegada. Contudo, quando a transferência foi feita aos 30 dias, nenhum efeito sobre o desempenho de reprodução foi observado (CUNHA et al., 2018). É provável que o grupo de matrizes transferido aos sete dias tenha sofrido estresse em um período crucial para manutenção da gestação. Essa condição pode diminuir a secreção de LH, suprimindo assim a função do corpo lúteo, responsável pelo estabelecimento adequado e manutenção da gravidez (PELTONIEMI et al., 2016). Caso a condição estressante perdure por mais de dois dias durante a fase embrionária, pode haver regressão do corpo lúteo, interrupção da gravidez e perda de toda a leitegada (PELTONIEMI et al., 2016).

Contudo, a literatura aponta grande variação de resultados de desempenho reprodutivo com relação ao momento do agrupamento das matrizes gestantes (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005; SPOOLDER et al., 2009), indicando a influência de outros fatores sobre a reprodução. É prudente, no entanto, baseando-se na fisiologia da gravidez, evitar o estresse da matriz em torno do período de fixação dos embriões no útero (entre os dias 11-16 pós-cobertura) e também no período subsequente, no qual ocorre o chamado "reconhecimento materno da gravidez". Ou seja, evitar o estresse entre a segunda e a quarta semanas de prenhez significa aumentar as chances de bom desempenho reprodutivo (SPOOLDER et al., 2009).

### 16.3.3.3. Sistemas de alimentação para matrizes mantidas em baias coletivas

Uma das formas tradicionais de classificação dos sistemas de gestação coletiva se baseia na estratégia e nos equipamentos de alimentação empregados. Embora existam diversas variações de sistemas para alimentação, é possível destacar quatro deles com base em suas características principais e no fato de gerarem ou não disputa pelo alimento (LEVIS e CONNOR, 2013; CALVO, 2016):

- **Alimentação sobre o piso:** o alimento é distribuído em vários pontos da baia, diretamente sobre o piso, sem possibilidade de controlar a quantidade de ração que os animais ingerem. Geralmente esse sistema é utilizado em grupos pequenos, entre 10 e 20 animais, mantidos em condição de manejo estável. A distribuição da ração pode ser feita de forma manual ou automática. O método automático pode funcionar com dois tipos de equipamentos: 1) por meio de um tubo acoplado ao dispensador de alimento com sua saída a poucos centímetros do solo. Nesse caso, os pellets ficam retidos no tubo e os animais necessitam lambe a ranhura para conseguir ingeri-los; 2) por um sistema de descarga que libera pequenos montes de ração em alguns pontos pela baia.

- **Sistema de alimentação em comedouro sem identificação eletrônica:** o alimento é ofertado sem possibilidade de controlar a quantidade de ração ingerida. Como a condição corporal individual não é considerada, para que adequados resultados sejam obtidos, as fêmeas devem ser mantidas em grupos pequenos e homogêneos. O sistema é dividido em três categorias: 1) comedouros com depósito para a ração, fornecidos em número variável dentro da baia. A ração pode ser ofertada à vontade ou por meio de uma quantidade diária pré-estabelecida; 2) sistema de descarga similar ao utilizado na alimentação sobre o piso, com a diferença de que o alimento é dispensado em um comedouro; 3) sistema de caída lenta (Biofix ou Trickle Feeding), que consiste na liberação constante de pequenas porções de ração (80 a 160 g/min) em um comedouro, promovendo uma duração de

alimentação entre 10 a 40 minutos. É comum o uso de painéis transversais ao longo do comedouro a fim de delimitar o local de alimentação para cada animal. A liberação lenta de ração incentiva todas fêmeas a permanecerem no seu espaço de alimentação, diminuindo as perturbações entre elas.

• **Sistema de alimentação com identificação eletrônica:** um sistema computacional identifica cada matriz e fornece o alimento de acordo com suas necessidades individuais. De forma geral, esse sistema pode ser agrupado em três categorias: 1) sistemas sem proteção física, que consistem em comedouros equipados com um dispositivo que identifica o animal e libera o alimento de forma individualizada, porém, sem qualquer proteção contra interações físicas de outros indivíduos; 2) sistema com proteção física parcial ("Fitmix"), que oferece proteção para a parte frontal do suíno, possibilitando agressões e disputas por alimento; 3) sistemas com proteção física completa, sendo o Sistema de Alimentação Eletrônica tipo túnel ("Eletronic Sow Feeding System", ou ESF, pela sua sigla em inglês) o mais conhecido. O "túnel" consiste de paredes laterais com dispositivos para entrada e saída individual das fêmeas (ver **Figura 4** a seguir), oferecendo proteção máxima durante a ingestão do alimento, porém, sem impedir agressões originadas pela disputa pela entrada no "túnel". Este sistema é utilizado para grupos sob manejo dinâmico, sendo mantidas geralmente entre 50-70 fêmeas por estação de alimentação.

**Figura 4.** Matriz saindo do Sistema de Alimentação Eletrônica tipo túnel (sistema ESF). **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



• **Setor de alimentação separada da baia de alojamento ("cafeteria feeding"):** neste sistema os animais são alimentados fora da baia, geralmente em uma área com celas individuais e um sistema de descarga de ração no comedouro. Uma única área de alimentação pode ser aproveitada para vários grupos de matrizes. Os animais podem ser observados facilmente durante o manejo de alimentação, entretanto, o sistema requer mais mão de obra uma vez que é necessário movimentar os animais até o local de alimentação.

Para compreender os aspectos físicos dos diferentes sistemas de alimentação é necessários considerar que existem instalações que permitem a separação física parcial ou completa dos animais durante o momento de ingestão de alimento. Podem ser utilizadas



meias-celas, caracterizadas por não possuírem portão traseiro (ver **Figura 5A** a seguir), permanecendo abertas permanentemente, ou celas de livre acesso com portões traseiros. Por sua vez, as celas de livre acesso podem ter um sistema de fechamento automático pelo qual as fêmeas entram e saem a qualquer momento, ou fechamento manual pelo homem, o qual demanda mais mão de obra (DIAS et al., 2014; CALVO, 2016).

Sistemas que permitem aos animais interagir fisicamente enquanto se alimentam são considerados competitivos (LEVIS e CONNOR, 2013). A depender da forma como são manejados, esses sistemas podem proporcionar estresse crônico à matriz. Caso essa situação perdure por mais de dois dias pode haver regressão do corpo lúteo e interrupção da gravidez (PELTONIEMI et al., 2016). Dentre os sistemas citados acima, apenas os sistemas ESF e aqueles que dispõem de celas de livre acesso com portões traseiros são considerados não competitivos. Contudo, o sistema ESF, ao contrário dos demais, não possibilita que os animais se alimentem simultaneamente (MAES et al., 2016), o que pode gerar disputas pela entrada no túnel de alimentação (ver **Figura 5 B** a seguir).

**Figura 5.** Meias-celas sem portão traseiro (A), um design de sistema de alimentação com separação física parcial e que permite ingestão de alimento simultânea entre matrizes. Sistema ESF (B), provê separação física total, sem acesso simultâneo ao alimento. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Comparado ao alojamento em celas de gestação, o sistema em baias coletivas com ESF tem demonstrado favorecer maior ganho de peso diário às matrizes. Na maternidade, não foram observadas diferenças para peso dos leitões e das leitegadas, bem como para duração do parto, número de leitões nascidos e desmamados, e porcentagem de natimortos e mumificados (JANG et al., 2017). Entretanto, nas três primeiras parições, matrizes mantidas em baias coletivas com sistema ESF apresentaram mais injúrias de pele e tiveram maior taxa de descarte comparadas às fêmeas mantidas em celas individuais (JANG et al., 2017). A fim de diminuir essas ocorrências é necessário considerar o que é preconizado pela Comunidade Europeia, que indica respeitar a relação "estação de alimentação:matriz" recomendadas pelo fabricante do equipamento ESF, relação esta que varia em torno de 1:40 até 1:80 (ROHR et al., 2016).

Um dos aspectos importantes a ser cumpridos pelo sistema de alimentação para proporcionar bom desempenho reprodutivo à matriz é garantir o consumo necessário de nutrientes. Na fase inicial de gestação, o baixo consumo de ração pode prejudicar a fertilidade das matrizes (SPOOLDER et al., 2009). O período que varia do intermediário

ao final não é tão crítico para o desempenho reprodutivo quanto o início da gestação (KOKETSU e IIDA, 2017). Contudo, a impossibilidade de controle individual da alimentação da matriz gestante se traduz em condição corporal acima ou abaixo do valor que é preconizado, o que pode impactar de forma negativa o desempenho na lactação, na subsequente fertilidade e na longevidade da fêmea (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005). Nesse aspecto, os sistemas de alimentação com identificação eletrônica são benéficos para matrizes mantidas em grupos, pois o alimento é liberado de acordo com a necessidade de cada animal. Ressalta-se que a "necessidade" abordada aqui diz respeito ao bom desempenho reprodutivo, sem entrar no mérito da sensação de fome crônica e do seu prejuízo ao BEA.

No Brasil, foi identificado que, entre 149 granjas comerciais, 46,3% utilizavam sistema de alimentação manual e a mesma porcentagem empregava sistema de descarga tipo "drops". Apenas 1,3% utilizavam celas de livre acesso com portão traseiro e nenhuma dispunha do modelo ESF, ambos considerados sistemas não competitivos<sup>9</sup>. É importante considerar que nesse mesmo estudo 39,3% das granjas alojavam as matrizes em celas ao longo de toda a gestação, portanto, o fornecimento de alimento era controlado e não havia competição durante a alimentação. Embora nenhuma das granjas pesquisadas utilizasse sistema ESF, esse equipamento já vem sendo empregado em algumas explorações brasileiras, sendo que até o ano de 2016 seis empresas comercializavam o produto no mercado brasileiro (DIAS, 2016). De acordo com Spoolder e Vermeer (2015), não existe um sistema de alimentação que seja considerado ideal para fêmeas alojadas em grupo. A preferência dependerá do grau de importância que é dado aos aspectos "mão de obra requerida para operação" e "nível de controle sobre a ingestão de ração e sobre as agressões".

#### 16.3.3.4. Provedimento de espaço

Estudos têm verificado que o subsídio reduzido de espaço para porcas e leitoas está associado a mais interações agressivas, ao aumento da concentração plasmática de cortisol (SPOOLDER et al., 2009; HEMSWORTH, 2018), e a prejuízos no desempenho, revelando que 1,4 m<sup>2</sup>/animal é considerado pouco, enquanto 2,0-2,4 m<sup>2</sup>/animal pode proporcionar benefícios (HEMSWORTH, 2018). Mesmo diferenças na casa dos 2 m<sup>2</sup> podem afetar o desempenho. Um exemplo disso é que, de forma geral, a taxa de partos tende a aumentar quando se disponibiliza 2,6 m<sup>2</sup>/matriz em comparação a 2,1 m<sup>2</sup>/matriz (KEMP e SOEDE, 2012).

A União Europeia estabelece para seus países membros que a superfície livre de pavimento disponível para matrizes mantidas em grupos seja de no mínimo 1,64 m<sup>2</sup> para marrãs (após a cobertura) e 2,25 m<sup>2</sup> para porcas, sendo necessário aumentar em 10% esses valores caso o grupo tenha menos de seis animais, além de ser possível reduzi-los em até 10% caso o grupo tenha 40 animais ou mais (Conselho da União Europeia, 2008). Entretanto, maiores subsídios de espaço que os recomendados na União Europeia podem prover alguns benefícios extras em certas ocasiões. Foi demonstrado que 3 m<sup>2</sup>/animal (33% a mais do que o mínimo de 2,25 m<sup>2</sup> determinado pela Comissão Europeia), para matrizes alojadas em grupos dinâmicos com sistema ESF, proporcionou melhores condições de bem-estar por reduzir o comportamento agressivo e as feridas após o agrupamento, sem efeitos sobre os parâmetros de produtividade (ganho de peso, espessura de toucinho, leitões nascidos vivos, nascidos mortos e desmamados, e peso da leitegada ao nascimento)

---

<sup>9</sup>Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

(REMIENCE et al., 2008). Em contrapartida, maior subsídio de espaço pode proporcionar maior oportunidade de movimentação, aumentando o risco de afecções que culminem em claudicação (MAES et al., 2016).

Embora seja difícil converter o conjunto de informações dos estudos sobre o requerimento de espaço para as matrizes gestantes em recomendações práticas definitivas, de forma geral, há um consenso na literatura de que, independente do sistema de alimentação empregado, menos espaço resulta em aumento nos níveis de agressão e injúrias, ao passo que um maior subsídio de espaço favorece comportamentos exploratórios (BENCH et al., 2013).

### 16.3.3.5. Tamanho do grupo

Matrizes em baias coletivas podem ser mantidas em grupos de seis a 500 animais em uma ampla variedade de sistemas (ver **Figura 6** a seguir) (SPOOLDER e VERMEER, 2015). De forma geral, independente do sistema de alimentação utilizado, à medida em que o tamanho do grupo aumenta são verificadas mais injúrias (BENCH et al., 2013), porém, isso não parece estar necessariamente associado a mais interações agressivas (RODENBURG e KOENE, 2007; CALVO, 2016). Essa circunstância (mais injúrias sem que ocorram agressões) deve-se ao fato de que parte dos ferimentos verificados têm origem em comportamentos vinculados à frustração (ex. mordedura de vulva) e também em condições gerais de manutenção das instalações (ex. qualidade do piso e a presença de estruturas perfurocortantes nas baias).

Pode haver interação entre o fator "tamanho do grupo" com demais condições, como a densidade animal na baia e o sistema de alimentação utilizado, afetando as variáveis relacionadas ao BEA. Por exemplo, matrizes mantidas sob uma densidade "x" em grupos pequenos podem não ter espaço suficiente para expressar seu comportamento de fuga e permanecerão mais estressadas em comparação às fêmeas sob a mesma densidade "x" mas mantidas em grupos grandes (SPOOLDER et al., 2009). No que diz respeito ao sistema de alimentação, equipamentos ESF geralmente estão associados a mais mordeduras de vulva e agressões, porém, esses equipamentos geralmente são utilizados em grupos grandes (BENCH et al., 2013). Sendo assim, é necessário isolar o efeito de cada um desses fatores para que se identifique a principal causa do problema.

Os estudos investigando os efeitos do tamanho do grupo sobre o desempenho da matriz (BENCH et al., 2013) e sobre o nível de agressão e injúrias (HEMSWORTH, 2018) permanecem contraditórios. Assim, é possível afirmar que outros aspectos como o subsídio de espaço e a competição por alimento podem ter maior impacto sobre BEA e produtividade do que o tamanho do grupo (BENCH et al., 2013; HEMSWORTH, 2018). Contudo, é fato que agrupamentos maiores dificultam a detecção de estro e de retornos ao estro, bem como torna mais trabalhosa a remoção das matrizes para a área de cobertura e de tratamento individual (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997). Considerando o exposto, a literatura científica reporta uma ampla variação nos tamanhos de grupos para matrizes gestantes, não havendo recomendações concretas sobre tamanhos ideais (SPOOLDER et al., 2009; GREENWOOD, PLUSH e VAN WETTERE, 2014).

### 16.3.3.6. Provimento de barreiras dentro da baia e design geral das instalações

O design da baia pode afetar o comportamento social das matrizes. As características das instalações devem propiciar comportamentos sociais e, ao mesmo tempo, oferecer condições que permitam às fêmeas subordinadas escapar de confrontos (PELTONIEMI et al., 2016). Para uma combinação ótima entre criar condições que possibilitem a fuga de agressões e otimizar o custo de construção da instalação recomenda-se a edificação de baias retangulares com baixas densidades e que possuam áreas de escape (ver **Figura 7** a seguir) (SPOOLDER e VERMEER, 2015). Além disso, a orientação é de que haja uma distância de fuga de 10-12 metros (SPOOLDER et al., 2009), ou seja, o espaço entre uma das laterais até a outra na baia deve respeitar essa distância.

**Figura 6.** Baias retangulares (galpão em fase de construção) com ampla distância de fuga e áreas de escape. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



A agressão pode ocorrer no contexto de defesa ou de obtenção de recursos, bem como no estabelecimento da hierarquia social (LONDOÑO e VÁSQUEZ, 2014; MAES et al., 2016; PELTONIEMI et al., 2016). As agressões relacionadas à competição por alimento são normalmente mais curtas, mas muito frequentes, enquanto aquelas relacionadas ao estabelecimento da hierarquia são mais intensas, porém menos frequentes (MAES et al., 2016). Dessa forma, no que diz respeito às instalações, distribuir corretamente os recursos no ambiente e prover formas dos animais se reconhecerem facilmente são estratégias para atenuar as agressões (LONDOÑO e VÁSQUEZ, 2014).

Matrizes suínas mantidas em grandes agrupamentos têm a característica de formar subgrupos (RODENBURG e KOENE, 2007). A área de descanso dentro da baia deve situar-se distante de áreas destinadas a outras atividades (ex. áreas de passagem e alimentação), deve ser projetada de forma a permanecer seca e prover divisórias para separação e para maior proteção dos subgrupos (SPOOLDER e VERMEER, 2015). Já a área de excreção deve ser planejada em um lugar calmo e que ofereça uma boa base de apoio (piso adequado) (SPOOLDER e VERMEER, 2015). No que diz respeito às divisórias de separação, sua inexistência contribui com o aumento dos comportamentos agonísticos e lesões de pele (JANG et al., 2017). A presença e adequada alocação de áreas de escape e barreiras permite que as matrizes evitem agressões no acesso ao alimento, à água e à área de

descanso (HEMSWORTH, 2018). A matriz suína se sente estimulada a deitar com as costas voltadas para o lado da mureta (ver **Figura 8** a seguir), o que permite a ela evitar e fugir de encontros agressivos (JANG et al., 2017).

**Figura 7.** Matrizes suínas costumam deitar com as costas voltadas para à mureta da semi-baia que divide os subgrupos em alojamentos de gestação coletiva. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Comparadas às matrizes mantidas em celas individuais, aquelas alojadas em grupo têm mais contato narina-narina e também contato oral com fezes e urina. Essa circunstância poderia favorecer a transmissão de patógenos, comprometendo as condições de saúde. Contudo, é necessário considerar outros fatores nessa relação ambiente "versus" saúde. Por exemplo, devido à melhor ventilação, espera-se que a qualidade do ar em alojamentos coletivos seja melhor do que no individual (MAES et al., 2016), diminuindo o efeito nocivo dos gases sobre os animais. Nesse sentido, a ventilação nos galpões deve evitar valores acima de 10 mg/m<sup>3</sup> de poeira inalável e 25 ppm de amônia (HUMANE FARM ANIMAL CARE, 2006). O nível de higiene na instalação é outro fator a ser considerado no que concerne à saúde das matrizes. Se as áreas de dejetos e descanso são bem definidas e separadas, a higiene melhora e o contato oral com fezes diminui (MAES et al., 2016).

### 16.3.3.7. Área para alojamento de macho suíno

Estudos indicam que manter um macho sexualmente maduro em uma baia dentro do alojamento coletivo de gestação, especialmente em grandes grupos sob manejo dinâmico, acalma as matrizes e diminui as agressões (SPOOLDER et al., 2009; PELTONIEMI et al., 2016). Entretanto, no que diz respeito a grupos pequenos (15 matrizes) submetidos ao manejo estático, a presença do macho suíno dentro da baia em contato direto com as fêmeas ou na sala de gestação em uma baia, frente a frente com as fêmeas não promoveu diferenças na frequência e na duração das agressões, tampouco na quantidade de leitões nascidos vivos e no tamanho da leitegada (KIRKWOOD e ZANELLA, 2005). A divergência de resultados entre estudos pode indicar a existência de outros fatores que interferem na eficácia do efeito da presença do macho junto às matrizes (ex. manejo estático "versus" dinâmico, provimento de espaço). Além disso, com relação à redução das agressões, a



eficácia em manter um macho próximo às matrizes pode diminuir com o passar do tempo (MAES et al., 2016).

#### 16.3.4. Fase de lactação

No que diz respeito ao BEA, a fase de lactação pode ser considerada mais complexa que as demais fases, uma vez que é necessário diferenciar o que é adequado para a matriz do que é adequado para seus leitões, sendo que as duas categorias de animais vivem em um mesmo ambiente (BARNETT et al., 2001). A mortalidade de leitões lactentes permanece como o principal problema de bem-estar nessa etapa do ciclo produtivo. É também o principal problema de ordem econômica por afetar diretamente a quantidade de quilogramas produzidos por matriz por ano (MUNS et al., 2016). Um dos grandes desafios na obtenção de alto número de leitões desmamados por matriz/ano é tornar viáveis os leitões que nascem vivos. No Brasil, país que aloja quase que a totalidade das matrizes comerciais em celas durante o parto e a lactação, nascem em média 12,9 leitões vivos e são desmamados por leitegada 11,8, representando 8,4% de mortes na maternidade (AGRINESS, 2018). A matriz suína brasileira tem 2,36 partos por ano, desmamando, em média, 27,9 leitões no ano (AGRINESS, 2018) com 6,34 kg/leitão<sup>10</sup>. Atender as questões relacionadas ao bem-estar dos leitões, como assegurar-lhes fornecimento de colostro, leite e temperatura adequada, garantirá à granja a melhora da produtividade (menos mortes de leitões), favorecendo, dessa forma, os animais, o produtor e a indústria.

O período de lactação varia de granja para granja. Nesse intervalo de tempo a matriz e seus leitões permanecem alojados em um determinado ambiente de maternidade com características particulares de instalações. A escolha do período de lactação geralmente não é baseada no desempenho reprodutivo, mas sim em fatores como manejo eficiente, bom desempenho dos leitões e normativas sobre BEA (SOEDE e KEMP, 2015). Na União Europeia, por exemplo, o limite mínimo de idade para desmame dos leitões é 21 dias (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2008), sendo que há países dentro desse bloco que estipulam seus próprios limites, como a Finlândia, que não permite desmame de leitões com menos de 28 dias de idade (SOEDE e KEMP, 2015). No Brasil, embora não existam regulamentações nesse aspecto, dados provenientes de 149 explorações de reprodução indicam que, ao longo do ano de 2015, os leitões foram desmamados com  $23,8 \pm 2,5$  dias de idade (média  $\pm$  desvio padrão), variando entre 18,4 até 29,8 dias dependendo da granja<sup>11</sup>. Lactações curtas, abaixo de três semanas, provocam evidentes efeitos negativos no subsequente desenvolvimento folicular pós-desmame, taxa de parto e tamanho da leitegada (SOEDE e KEMP, 2015). Além disso, cerca de 70% das mortes de matrizes ocorrem no período periparto (das quatro semanas antes até as quatro semanas após o parto), sobretudo após o parto (IIDA e KOKETSU, 2014). Tendo isso em vista, modificações nas instalações da maternidade são recomendadas a fim de diminuir a morte de porcas e marrãs (IIDA e KOKETSU, 2014; KOKETSU e IIDA, 2017) e melhorar seu desempenho reprodutivo, aumentando assim sua longevidade.

No que diz respeito à matriz, alguns dos problemas que podem ter origem ou sofrer influência das instalações da maternidade incluem o excessivo confinamento físico (área e estrutura da cela ou da baia), a dificuldade ou impossibilidade de construção do ninho no período pré-parto e a restrição de contato social quando os animais são alojados individualmente. No que diz respeito aos leitões, as condições que podem indicar prejuízo

---

<sup>10</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

ao seu bem-estar e que são afetadas pelo sistema/design de habitação incluem a mortalidade por esmagamento, hipotermia ou inanição, e a ocorrência de enfermidades, injúrias e deformidades (BARNETT et al., 2001). A seguir serão apresentados alguns aspectos de instalações que podem causar esses problemas.

#### 16.3.4.1. Ambiente na fase anterior a entrada da matriz na maternidade

O ambiente onde a matriz passou a gestação, associado ao fato da baixa experiência maternal, pode afetar seu bem-estar e a mortalidade de seus leitões na maternidade. O processo de parição começa alguns dias antes do parto (MUNS et al., 2016). Devido ao novo ambiente na área de parição e ao próprio processo de parto, as matrizes podem permanecer estressadas durante o período de peri-parto imediato (BAXTER et al., 2011; MUNS et al., 2014; YUN et al., 2015). Há evidências que indicam que quando uma matriz mantida livre (baia coletiva) durante a gestação é transferida para uma cela de parição, ela permanece mais estressada do que uma matriz que era mantida em cela individual na gestação (OLIVIERO et al., 2008; MUNS et al., 2014). Essa condição de estresse pode perdurar dias após o parto (OLIVIERO et al., 2008).

Por sua vez, leitões nascidos de matrizes estressadas apresentam maior taxa de mortalidade e menor ganho de peso até o desmame (MUNS et al., 2014). Comparadas a fêmeas que gestaram em baias coletivas, matrizes mais experientes com o processo de parto e acostumadas com celas de gestação podem sofrer menos desconforto quando alojadas nas celas de parição, reduzindo as mudanças de postura e a mortalidade de leitões por esmagamento (JANG et al., 2017). Em contrapartida, a realidade sugere que quando a matriz passa o período de gestação alojada em grupo e posteriormente é transferida para uma cela de parto individual na maternidade irá apresentar partos mais rápidos, o que em teoria diminuiria a mortalidade neonatal (CALVO, 2016). O alojamento de matrizes gestantes em baias coletivas vem se tornando uma realidade brasileira, portanto, na busca pela diminuição do estresse e dos danos reprodutivos sofridos pela matriz em decorrência da transferência para a maternidade, a solução pode ser baseada em modificações no ambiente de parição ou mesmo em alternativas ao sistema de alojamento utilizado atualmente durante o pré-parto imediato e a lactação.

#### 16.3.4.2. Sistemas de alojamento durante o pré-parto e a lactação

Na produção comercial de suínos, tradicionalmente as matrizes são alojadas em celas durante o período em que são mantidas na maternidade (ver **Figura 9** a seguir) (BARNETT et al., 2001; JARVIS et al., 2006; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007; COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016). Este sistema de alojamento foi introduzido com o objetivo principal de diminuir a mortalidade dos lactentes por meio da privação da movimentação da matriz e por oferecer uma zona de fuga aos leitões (OLIVIERO et al., 2008; MUNS et al., 2016). Contudo, com a crescente preocupação sobre o bem-estar dos animais, Vanhonacker et al. (2009) observaram aumento das críticas da sociedade em relação às celas de parição devido à restrição de movimentos e comportamentos naturais imposta às matrizes.

---

<sup>11</sup> Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.



**Figura 8.** Matriz suína alojada em cela de parição na maternidade. **Crédito:** acervo pessoal dos autores



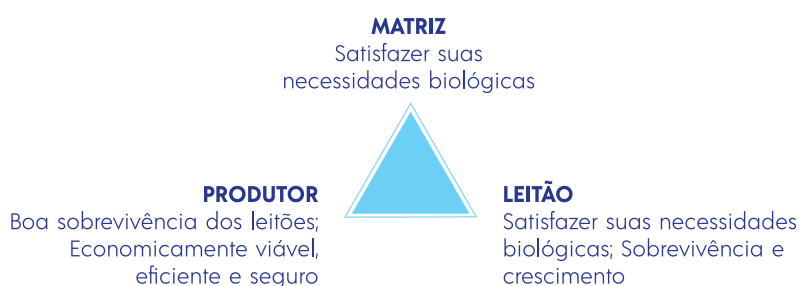
Quando adotadas, as celas de parição devem dispor de antiesmagador com vão livre acionado de 45 cm, e respeitar largura mínima de 75 cm (excluindo o espaço ocupado pelo antiesmagador) e comprimento mínimo de 2,20 m (totalizando 1,65 m<sup>2</sup>) (ROHR et al., 2016). Contudo, esse provimento de espaço nem sempre é respeitado. Vosough Ahmadi et al. (2011), com base em 86 estudos, identificaram que as celas de parto apresentam em média 1,26 m<sup>2</sup> e são fixadas em baias com área média de 3,54 m<sup>2</sup>. O conjunto é provido de um bebedouro e um comedouro em uma extremidade e uma barreira (grade) removível na parte traseira, ajustável ao comprimento da fêmea. Normalmente o piso totalmente ripado ocupa 75% do espaço e fica elevado para facilitar a remoção dos dejetos. A parte sólida do piso (25%) geralmente fica restrita às áreas exclusivas para os leitões. Substratos, como palha, raramente são fornecidos (VOSOUGH AHMADI et al., 2011).

No que diz respeito ao leitão, a cela de parto ajuda a garantir sua proteção contra esmagamento, prevenção de contrair doenças e o bom fornecimento de colostro. No que diz respeito à matriz, favorece um parto seguro e a ótima ingestão de ração durante a lactação (KOKETSU e IIDA, 2017), além de facilitar supervisões, intervenções e manejos individuais das matrizes e dos leitões (CHIDGEY et al., 2015). Contudo, semelhante ao que ocorre nas celas de gestação, as celas de parto restringem o movimento e o comportamento natural das matrizes (VANHEUKELOM et al., 2012; SINGH et al., 2016). Elas se tornam incapazes de girar em torno do próprio eixo, andar, construir o ninho para o parto e formar um adequado vínculo materno com seus leitões (COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016). Além disso, em comparação a ambientes menos confinados, esse alojamento está associado ao aumento da frequência de estereotípias (YUN et al., 2015) e dos níveis de cortisol plasmático (JARVIS et al., 2006). Para o leitão, embora haja menor risco de esmagamentos, há maiores chances de nascerem mortos ou de serem agredidos por suas mães (sobretudo aquelas de primeiro parto), além de seu comportamento ser severamente restringido devido ao ambiente estéril (COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016). Sendo assim, há interesse em prover menos confinamento às matrizes durante o pré-parto imediato e lactação (HEMSWORTH, 2018). É essencial ter em vista que o sistema de alojamento de parição proposto deve conciliar

BEA, produtividade, custo e facilidade de manejo. Ou seja, deve satisfazer o triângulo de necessidades entre matriz, leitões e produtor (COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016) (ver **Figura 9** a seguir).

**Figura 9.** O sistema de alojamento dos animais na maternidade deve conciliar, da melhor forma possível, as necessidades da matriz, do leitão e do produtor.

**Fonte:** adaptado de Compassion in World Farming (2016).



Sendo assim, um sistema alternativo de alojamento ideal para as matrizes em parição/lactação seria aquele que maximizasse a sobrevivência dos leitões, permitisse às matrizes demonstrar seu comportamento natural, reduzisse a mão de obra, melhorasse o ambiente de trabalho, e despendesse menores investimentos em comparação aos sistemas convencionais (VOSOUGH AHMADI et al., 2011).

A maior causa de mortalidade de leitões na maternidade é o esmagamento pela matriz (WEARY et al., 1996). As mortes se concentram principalmente até o quinto dia após o nascimento e estão associadas ao baixo peso do leitão ao nascimento, a refugos (PINHEIRO, 2014) e ao ineficiente controle térmico do microambiente na maternidade (JOHNSON e MARCHANT-FORDE, 2009), fatores que favorecem a ocorrência de esmagamentos. Na prática, disponibilizar mais espaço à matriz durante a lactação pode aumentar o risco de esmagamento (MACK et al., 2017). Contudo, estudos têm indicado que a mortalidade de leitões, considerando natimortos e óbitos durante a lactação, podem ser similares nos sistemas menos confinados quando comparados aos mais confinados (HEMSWORTH, 2018).

Uma alternativa que pode reduzir a mortalidade de leitões e ao mesmo tempo melhorar o bem-estar da matriz durante o período de lactação seria um sistema de confinamento em cela durante poucos dias após o parto e posterior liberação do animal dentro da baia (CHIDGEY et al., 2015). Nesse sistema de alojamento, chamado "cela articulada" (ou cela temporária), a matriz é inicialmente confinada em uma cela fixada dentro de uma baia, mas quando os leitões atingem uma determinada idade (geralmente quatro a sete dias) a cela é aberta, provendo espaço extra à fêmea (MACK et al., 2017). Em comparação ao sistema confinado em cela e aquele continuamente livre na baia, a cela temporária se apresenta como uma opção intermediária para o bem-estar da matriz, uma vez que o período em que ela fica confinada na cela a impede de construir o ninho para o parto, mas, em contrapartida, este sistema permite maior mobilidade durante boa parte da lactação (MACK et al., 2017). Outra possibilidade é manter a cela aberta e permitir que a matriz permaneça livre na baia até momentos antes do início do parto, em seguida confinando-a na cela para proteger os leitões (PELTONIEMI e OLIVIERO, 2015). Considerando que nessa última situação haja suficiente espaço e substrato orgânico na baia, essa alternativa possibilitaria a construção do ninho pela matriz.

Dentre as inúmeras opções de alojamentos para substituir o sistema tradicional de celas de parição, Baxter et al. (2017) classificaram quatro categorias levando em conta seus atributos comuns (ver **Quadro 1** a seguir).

**Quadro 1.** Quatro categorias de alojamento alternativo para matrizes suínas mantidas em sistema intensivo confinado na maternidade e suas respectivas características gerais. Fonte: elaborado a partir de dados de Muns et al. (2016) e Baxter et al. (2017). **Crédito das imagens:** [www.freefarrowing.org](http://www.freefarrowing.org).

### **Cela temporária**

1. Cella mais ampla;
2. Baia com espaço de solo aproximado ao convencional (4,3m<sup>2</sup>);
3. Opção de restringir o espaço para a fêmea durante o parto e abrir a cela após 4-7 dias.

A = Cella fechada; B = Cella aberta.



### **Baia simples**

1. Ausência de cela;
2. Design voltado a direcionar os leitões para longe da área de descanso da matriz. Não há distinção entre áreas de excreção e de descanso;
3. Baia com espaço de solo aproximado ao convencional;
4. Dispositivos para proteção dos leitões podem ser adicionados à baia.



### **Baia projetada**

1. Ausência de cela;
2. Difere da baia simples por possuir regiões bem definidas, incluindo áreas de defecação e de descanso separadas;
3. Baia com espaço de solo variando de 5,0 a 8,5m<sup>2</sup>;
4. Possuem estruturas adicionais como grades ou paredes inclinadas para proteção aos leitões.



### **Sistema em grupo**

1. Ausência de cela;
2. Permite a mistura de várias fêmeas e/ou suas ninhadas antes do desmame. Nesse sistema, a maioria dos designs se baseia em um modelo "multi-amamentação" ("multi-suckling system") em que as matrizes são agrupadas com suas leitegadas, mas também é possível prover um "sistema de escape" ("get-away system") que possibilita apenas às matrizes o acesso a uma área comum;
3. Espaço amplo para fêmeas e leitões;
4. É comum prover cama sobreposta.



Caso seja adotado um sistema de parição em que a matriz é mantida livre na baia, o sucesso para o adequado bem-estar dos leitões e boa produtividade dependerá, dentre outros fatores, da incorporação de características na baia que protejam os leitões contra esmagamentos (EDWARDS e BAXTER, 2015). Nesse sentido, podem ser instaladas barras de proteção anexas às paredes que permitam que os leitões escapem em segurança de suas mães, e paredes inclinadas, que controlem os comportamentos de sentar e deitar das matrizes. Além disso, os leitões requerem calor e higiene, dessa forma, a baia de maternidade deve ser fácil de limpar, livre de correntes de ar e possuir fácil acesso pelos funcionários (SVENDSEN e SVENDSEN, 1997).

Embora a literatura aponte o alojamento temporário em cela como uma boa alternativa ao sistema tradicional comumente utilizado no Brasil, estudos também indicam que, até então, parece não haver nenhuma alternativa que possa ser implantada em larga escala que contemple, em conjunto, as necessidades de bem-estar da matriz e dos leitões e os objetivos de produtividade sem comprometer a mão de obra e a viabilidade econômica (VOSOUGH AHMADI et al., 2011; BAXTER et al., 2012). Diversos modelos de equipamentos para cada sistema alternativo de alojamento estão disponíveis, sobretudo no mercado internacional, os quais, quando bem implantados e manejados, podem viabilizar sua implantação nas granjas. Mais informações sobre esses equipamentos podem ser encontradas consultando a referência Compassion in World Farming (2016) e no site [www.freefarrowing.org](http://www.freefarrowing.org).

#### 16.3.4.3. Provimto de substrato para construção do ninho

Na moderna produção intensiva de suínos, a falha em fornecer substrato é outro problema capaz de afetar de forma negativa o bem-estar da matriz suína na maternidade (DIAS et al., 2015), além de espaço suficiente (WISCHNER et al., 2009) para satisfazer seu comportamento inato de construção do ninho para o parto (DIAS et al., 2015). Apesar do alto grau de domesticação da fêmea suína, a motivação para expressar esse comportamento sugere que ele possui algum significado biológico e é necessário ao animal (BAXTER et al., 2011; SILVA et al., 2016). Na impossibilidade de construir adequadamente o ninho, a matriz irá redirecionar o comportamento para a baia ou para a cela, resultando em estereotípias, estresse e prejuízo do desempenho reprodutivo (WISCHNER et al., 2009).

Nesse sentido, sistemas que alojam as matrizes sobre cama sobreposta na maternidade são boas alternativas para a melhora da saúde e bem-estar dos animais (WISCHNER et al., 2009). Porém, enquanto esses sistemas não se tornam viáveis e o espaço destinado à matriz não seja suficiente para a construção do ninho, recomenda-se que os produtores forneçam, ao menos, material que possa ser adequado ao conforto da matriz (ex. palha, serragem) no ambiente onde ela esteja alojada (ver **Figura 10** a seguir) (WISCHNER et al., 2009). Embora na União Europeia a legislação oriente o uso de substrato, não há uma menção clara da quantidade de material e do espaço necessários para a construção do ninho (BAXTER et al., 2011). O fornecimento de substrato orgânico na baia ainda requer modificações complexas no ambiente de maternidade, em especial para a realidade brasileira, considerando as características das instalações que dispomos (piso parcialmente ou totalmente ripado), o custo, a logística de transporte do material e a mão de obra para o manejo deste (DIAS et al., 2015).

**Figura 10.** Alojamento de maternidade com substrato orgânico (serragem) disposto no solo. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



#### 16.3.4.4. Bebedouros e comedouros

É fundamental proporcionar meios de manter a matriz sob plena capacidade de produzir leite, a fim de viabilizar os leitões que nascem com baixo peso e aumentar o peso da leitegada ao desmame. Atender a necessidade individual de cada matriz dentro de uma sala de parto passa a ser um desafio para a maioria das granjas, porque a boa alimentação, em qualidade e também em quantidade adequada, faz parte do bem-estar desta matriz e de sua leitegada que precisa ser amamentada. O menor consumo de ração pela matriz durante a lactação está associado ao maior intervalo desmame-estro, a mais retornos ao estro, ao menor peso médio da leitegada ao desmame, e a maior quantidade de matrizes descartadas por falhas reprodutivas (KOKETSU et al., 1996). Matrizes sob severo catabolismo durante a lactação podem apresentar diminuição da taxa de ovulação e da sobrevivência embrionária durante a gestação (VINSKY et al., 2006), parindo leitegadas menos numerosas no parto subsequente (KOKETSU et al., 1996; VINSKY et al., 2006). Essas perdas sugerem que a adoção de práticas voltadas a otimizar o consumo de ração pela matriz em lactação possa melhorar o desempenho e reduzir falhas reprodutivas (KOKETSU et al., 1996).

Porcas que desmamam leitegadas numerosas ou com leitões mais pesados são mais propensas a prejuízos no desempenho reprodutivo devido à grande perda de reservas corporais e ao comprometimento metabólico durante a lactação (KOKETSU et al., 2017). As matrizes lactantes produzem aproximadamente 10 kg de leite por dia e comumente ficam alojadas em galpões com temperaturas acima da sua zona de conforto térmico, demandando, assim, alto consumo de água (SOEDE e KEMP, 2015). Permitir às matrizes livre acesso à água e ao alimento, com liberdade para que decidam o momento e a quantidade de água e comida que querem ingerir e, além disso, até que ponto querem misturar a água ao alimento, pode aumentar o consumo de ração e melhorar o crescimento da leitegada (PENG et al., 2007), uma vez que há uma associação entre maior consumo de ração pela matriz durante a lactação com o maior ganho de peso dos leitões (JOHANSEN et al., 2004).

Equipamentos que permitam a mistura de água e ração podem contribuir na melhora do bem-estar das matrizes, devido a menor perda de peso, e também com o meio ambiente, por diminuir o desperdício de água e a quantidade de dejetos (PENG et al.,



2007). Nesse sentido, bebedouros acoplados ou acima dos comedouros podem cumprir essa demanda (ver **Figura 11A** a seguir). No Brasil, dentro das salas de maternidade, esse tipo de equipamento tem sido utilizado em 36% (n = 150) das granjas<sup>12</sup>. Esse equipamento deve ser ajustado de modo a evitar adição excessiva de água à ração, pois nesse caso a matriz terá que beber o excesso de água para conseguir ingerir o alimento (PIC®, 2015).

**Figura 11.** Bebedouro acima do comedouro (A), condição que permite a mistura de água à ração e pode reduzir o desperdício de água e a quantidade de dejetos. Comedouro e bebedouros separados (B). **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



#### 16.3.4.5. Microambiente do leitão na maternidade

Uma vez que os primeiros três dias de vida correspondem ao período crítico para sobrevivência do leitão, prover a eles boas instalações que garantam adequado bem-estar nessa fase (espaço limitado, quente e protegido) pode ser mais importante do que cumprir as exigências de bem-estar da matriz no pré-parto imediato (espaço suficiente para adequada locomoção e para a construção do ninho) (BARNETT et al., 2001). A temperatura ótima de conforto térmico do leitão recém-nascido é 35°C, aceitando uma amplitude de 32-35°C (ZULOVICH, 2012). Com o passar dos dias, o animal desenvolve um sistema de termorregulação mais eficiente, e quando atinge três semanas de idade a temperatura ótima diminui para 27°C, podendo variar entre 24-29°C (ZULOVICH, 2012). Temperaturas fora da zona de conforto térmico prejudicam o BEA, demandam gastos energéticos para o ajuste da temperatura corporal, o que por sua vez diminui o desempenho e pode ocasionar a morte do animal em casos extremos (DIAS et al., 2014).

As instalações devem ser planejadas de forma a evitar correntes de ar acima de 0,5 m/segundo e grandes variações térmicas durante o dia, uma vez que essas situações podem favorecer a ocorrência de doenças (como diarreia), além de causar desconforto (ROHR et al., 2016). O escamoteador pode ser utilizado como ambiente de isolamento dos leitões, em que uma fonte acessória de calor pode ser disponibilizada no seu interior ou fora dele. Com frequência, granjas novas de larga escala não incluem o escamoteador em seus projetos. Nesse caso, é necessário tomar cuidado redobrado para evitar esmagamentos ou lesões nos leitões, uma vez que o escamoteador também representaria um ambiente de proteção aos leitões nos momentos de movimentação e agressividade da matriz, sobretudo nos primeiros dias de vida.

A fonte acessória de aquecimento pode ser placas ou pisos aquecidos, campânulas com

<sup>12</sup>Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

resistência elétrica ou lâmpadas infravermelhas (ROHR et al., 2016). Há granjas que utilizam também lâmpadas incandescentes. No Brasil, dentre 150 granjas pesquisadas, 57,3% utilizava lâmpadas, 25,3% placas ou pisos aquecidos, 12,7% resistência elétrica, 0,7% campânulas a gás e 4% utilizava papel ou não utilizava nenhum método para aquecimento<sup>13</sup>. Como o leitão prefere lugares claros, o uso de fontes luminosas no interior do escamoteador pode atraí-lo, o que é fundamental nos primeiros dias de vida (ROHR et al., 2016) a fim de evitar esmagamentos em momentos de movimentação da matriz.

**Figura 12.** Métodos para aquecimento de leitões na maternidade: lâmpada (A), piso aquecido (B) e papel picado (C). **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



Os leitões devem ter acesso livre a água, além de ser importante ofertar a eles pequenas quantidades de ração ao longo do dia (ROHR et al., 2016). Para isso, pequenos comedouros e bebedouros tipo chupeta ou taça devem ser disponibilizados. No Brasil, foi identificado que dentre 143 granjas 14,7% utilizavam bebedouro tipo taça e 85,3% tipo "nipple" para os leitões na maternidade<sup>14</sup>. Granjas que utilizam bebedouros tipo taça devem dispor de maior atenção quanto a sua limpeza, pois esse modelo apresenta mais possibilidade de se sujar por fezes, representando uma fonte de infecção aos leitões.

## 16.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram apresentados neste capítulo alguns dos aspectos inerentes às instalações em três fases reprodutivas – cobertura, gestação e lactação – abordando seus potenciais efeitos sobre o bem-estar animal e o desempenho reprodutivo e produtivo da matriz e de seus leitões. O ambiente de alojamento confinado é formado por uma série de componentes estruturais, com diferentes modelos e características inerentes a cada um. A reflexão sobre os resultados individuais para cada componente dessa complexa estrutura, no que tange o desempenho e bem-estar animal, se torna um tanto quanto abstrata, uma vez que as granjas podem associar esses componentes de diversas formas, o que, em teoria, poderia melhorar ou piorar os resultados de acordo com as interações entre esses fatores.

<sup>13</sup>Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.

<sup>14</sup>Dados fornecidos por Marco A. Callegari, coletados entre junho de 2016 e julho de 2017.



A intenção foi analisar em particular as instalações. Contudo, no dia-a-dia das granjas, é evidente que demais aspectos serão determinantes no sucesso da adoção de determinado projeto estrutural da unidade, sobretudo a qualidade do manejo que será empregado. O aspecto "custo-benefício" na implantação de uma modificação deverá ser levado em consideração, porém, cada vez mais o "benefício" a ser buscado não dirá respeito somente à maior produtividade ou lucratividade, mas também às melhorias das condições de vida dos animais.

## 16.5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido durante o período de apoio com bolsa de estudos de doutorado financiadas pelo acordo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)/ Fundação Araucária ao autor Carlos Rodolfo Pierozan.

## 16.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRINESS. Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos. 10. ed. (2017). Florianópolis: Agriness, 2018.

AMOS, N.; SULLIVAN, R. The business benchmark on farm animal welfare: 2016 Report. Chichester: BFAW, 2017.

AMOS, N.; SULLIVAN, R. The business benchmark on farm animal welfare: 2017 Report. Chichester: BFAW, 2018.

BAPTISTA, R. I. A. A.; BERTANI, G. R.; BARBOSA, C. N. Indicadores do bem-estar em suínos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 2011.

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; CRONIN, G. M.; JONGMAN, E. C.; HUTSON, G. D. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, Collingwood, v. 52, p. 1-28, 2001.

BAXTER, E. M.; ANDERSEN, I. L.; EDWARDS, S. A. Sow welfare in the farrowing crate and alternatives. In: ŠPINKA, M. *Advances in Pig Welfare*. Duxford: Woodhead Publishing, 2017. p. 27-72.

BAXTER, E. M.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *Animal*, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 96-117, 2012.

BAXTER, E. M.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal*, Cambridge, v. 5, n. 4, p. 580-600, 2011.

BENCH, C. J.; RIOJA-LANG, F. C.; HAYNE, S. M.; GONYOU, H. W. Group gestation sow housing with individual feeding – II: How space allowance, group size and composition, and flooring affect sow welfare. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 152, p. 218-227, 2013.

BRF e World Animal Protection anunciam parceria global. BRF [Internet], 25 nov. 2014. Disponível em: <<https://imprensa.brf-global.com/release-detalhe.cfm?codigo=534&idioma=PT>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CALVO, A. V. Estrategias para la adopción de gestación colectiva de cerdas reproductoras. In: PAZINATO, C.; CALVO, A. V. Report: Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas. [s.l.]; [s.n.], 2016. p. 11-47.

CHIDGEY, K. L.; MOREL, P. C. H.; STAFFORD, K. J.; BARUGH, I. W. Sow and piglet productivity and sow reproductive performance in farrowing pens with temporary crating or farrowing crates on a commercial New Zealand pig farm. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 173, p. 87-94, 2015.

COMPASSION IN WORLD FARMING. Indoor free-farrowing systems for sows – practical options. 2016. Disponível em: <<https://www.compassioninfoodbusiness.com/resources/pigs/indoor-free-farrowing-systems-for-sows-practical-options/>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de Dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de protecção de suínos (Versão codificada). 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF>>. Acesso em 15 jun. 2018.

COOPERATIVA CENTRAL AURORA ALIMENTOS. Nota de Esclarecimento. 2015. Disponível em: <<https://www.auroraalimentos.com.br/sobre/noticia/360/nota-de-esclarecimento>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CUNHA, E. C. P.; MENEZES, T. A.; BERNARDI, M. L.; MELLAGI, A. P. G.; ULGUIM, R. R.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Reproductive performance, offspring characteristics, and injury scores according to the housing system of gestating gilts. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 2010, p. 59-67, 2018.

DECLERCK, I.; DEWULF, J.; SARRAZIN, S.; MAES, D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 94, n. 4, p. 1633-1643, 2016.

DIAS, C. P. Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas. In: PAZINATO, C.; CALVO, A. V. Report: Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas. [s.l.]; [s.n.], 2016. p. 48-75.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, Curitiba, v. 16, (Ed Esp 1):e161101, 2018.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. Bem-estar dos suínos. Londrina: o Autor, 2014. 403p.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. The brazilian pig industry can adopt european welfare standards: a critical analysis. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 1079-1086, 2015.

EDWARDS, S. A.; BAXTER, E. M. Piglet mortality: causes and prevention. In: FARMER, C. The gestating and lactating sow. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 253-278.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Animal health and welfare aspects of different housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. *EFSA Journal*, Parma, v. 572, p. 1-13, 2007.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Basic information for the development of the animal welfare risk assessment guidelines. 2006, 29 p. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-147>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

FRASER, D. Animal welfare and the intensification of animal production: An alternative interpretation. *FAO readings in ethics 2*. Rome: FAO, 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/009/a0158e/a0158e00.htm#Contents>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

FRIMESA COOPERATIVA CENTRAL. Frimesa na Mídia: Suíno certificado Frimesa. 2017. <Disponível em: <http://www.frimesa.com.br/imprensa/suino-certificado-frimesa-821>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GREENWOOD, E. C.; PLUSH, K. J.; VAN WETTERE, W. H. E. J. Hierarchy formation in newly mixed, group housed sows and management strategies aimed at reducing its impact. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 160, p. 1-11, 2014.

HARRIS, C. Moves to Group Housing Systems Gather Pace Globally. 2014. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/4741/moves-to-group-housing-systems-gather-pace-globally/>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

HARRIS, M. J.; PAJOR, E. A.; SORRELLS, A. D.; EICHER, S. D.; RICHERT, B. T.; MARCHANT-FORDE, J. N. Effects of stall or small group gestation housing in the production, health and behavior of gilts. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 102, p. 171-179, 2006.

HEMSWORTH, P. H. Key determinants of pig welfare: implications of animal management and housing design on livestock welfare. *Animal Production Science*, Melbourne, 2018.

HUMANE FARM ANIMAL CARE. Padrões para cuidados dos animais: suínos. Herndon: Humane Farm Animal Care, 2006. 17p.

- IIDA, R.; KOKETSU, Y. Climatic factors associated with peripartum pig deaths during hot and humid or cold seasons. *Preventive Veterinary Medicine*, Amsterdam, v. 115, p. 166-172, 2014.
- JANG, J. D.; HONG, J. S.; JIN, S. S.; KIM, Y. Y. Comparing gestating sows housing between electronic sow feeding system and a conventional stall over three consecutive parities. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 199, p. 37-45, 2017.
- JARVIS, S.; D'EATH, R. B.; ROBSON, S. K.; LAWRENCE, A. B. The effect of confinement during lactation on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and behaviour of primiparous sows. *Physiology & Behavior*, New York, v. 87, n. 2, p. 345-352, 2006.
- JOHANSEN, M.; ALBAN, L.; KJÆRSGÅRD, H. D.; BÆKBO, P. Factors associated with suckling piglet average daily gain. *Preventive Veterinary Medicine*, Amsterdam, v. 63, p. 91-102, 2004.
- JOHNSON, A. K.; MARCHANT-FORDE, J. N. Welfare of Pigs in the Farrowing Environment. In: MARCHANT-FORDE, J. N. (ed.). *The Welfare of Pigs*. Heidelberg: Springer Netherlands. 2009. p. 141-188.
- KAUPPINEN, T.; VESALA, K. M.; VALROS, A. Farmer attitude toward improvement of animal welfare is correlated with piglet production parameters. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 143, p. 142-150, 2012.
- KEMP, B.; SOEDE, N. M. Reproductive Issues in Welfare-Friendly Housing Systems in Pig Husbandry: A Review. *Reproduction in Domestic Animals*, San Diego, v. 47 (suppl. 5), p. 51-57, 2012.
- KIRKWOOD, R.; ZANELLA, A. Influence of gestation housing on sow welfare and productivity. Des Moines: National Pork Board, 2005. 23p.
- KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E.; KING, V. L. Feed Intake Pattern During Lactation and Subsequent Reproductive Performance of Sows. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 74, n. 12, p. 2875-2884, 1996.
- KOKETSU, Y.; IIDA, R. Sow housing associated with reproductive performance in breeding herds. *Molecular Reproduction and Development*, New York, v. 84, n. 9, p. 979-986, 2017.
- KOKETSU, Y.; TANI, S.; IIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, London, v.3, p. 2-10, 2017.
- LEVIS, D. G.; CONNOR, L. Group housing systems: Choices and designs. Des Moines: National Pork Board, 2013. 13p.
- LONDOÑO, M. C. C.; VÁSQUEZ, J. J. B. Environmental and Biological Factors Influencing Aggression in Swine. *Revista Ciencia Animal*, Bogotá, v. 7, p. 11-42, 2014.
- MACK, L. A.; SHAWNA, P. R.; LEVENTHAL, S. J.; PARSONS, T. D. Case study: differences in social behaviors and mortality among piglets housed in alternative lactation systems. *The Professional Animal Scientists*, Champaign, v. 33, p. 261-275, 2017.
- MAES, D.; PLUYM, L.; PELTONIEMI, O. Impact of group housing of pregnant sows on health. *Porcine Health Management*, London, v. 2, p. 2016.
- MARCHANT-FORDE, J. N. Housing and welfare of sow during gestation. West Lafayette: [s.n.], 2010. 3p.
- McGLONE, J. J.; von BORELL, H.; DEEN, J.; JOHNSON, A. K.; LEVIS, D. G.; MEUNIER-SALAÜN, M.; MORROW, J.; REEVES, D.; SALAK-JOHNSON, J. L.; SUNDBERG, P. L. Review: Compilation of the Scientific Literature Comparing Housing Systems for Gestating Sows and Gilts Using Measures of Physiology, Behavior, Performance, and Health. *The Professional Animal Scientist*, Champaign v. 20, n. 2, p. 105-117, 2004.
- MELCHIOR, R.; ZANELLA, I.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, P. R.; LANFERDINI, E.; ANDREATTA, I. Meta-analysis on the relationship among feeding characteristics, salivary cortisol levels, and performance of pregnant sows housed in different systems. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 150, p. 310-315, 2012.
- MUNS, R.; MANZANILLA, E. G.; MANTECA, X.; GASA, J. Effect of gestation management system on gilt and piglet performance. *Animal Welfare*, Hertfordshire, v. 23, p. 343-351, 2014.
- MUNS, R.; NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 184, p. 46-57, 2016.

MUNSTERHJELM, C.; VALROS, A.; HEINONEN, M.; HÄLLI, O.; PELTONIEMI, O. A. T. Housing During Early Pregnancy Affects Fertility and Behaviour of Sows. *Reproduction in Domestic Animals*, San Diego, v. 43, n. 5, p. 584-591, 2008.

MUNSTERHJELM, C.; VALROS, A.; HEINONEN, M.; HÄLLI, O.; PELTONIEMI, O. A. T. Welfare Index and Reproductive Performance in the Sow. *Reproduction in Domestic Animals*, San Diego, v. 41, n. 6, p. 494-500, 2006.

NEVES, M. F. LIMA JUNIOR, J. C.; SÁ, N. C.; PINTO, M. J. A.; KALAKI, R. B.; GERBASI, T.; GALLI, R. M.; VRIESEKOOOP, F. Mapeamento da Suinocultura Brasileira. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Associação Brasileira dos Criadores de Suínos, 2016. 376p.

OLIVIERO, C.; HEINONEN, M.; VALROS, A.; HÄLLI, O.; PELTONIEMI, O. A. T. Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation. *Animal Reproduction Science*, Amsterdam, v. 105, p. 365-377, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL. Código Sanitario para los Animales Terrestres. 2017. Disponível em: <[http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre\\_aw\\_introduction.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm)>. Acesso em: 29 mai. 2018.

PELTONIEMI, O. A. T.; OLIVIERO, C. Housing, management and environmental during farrowing and early lactation. In: FARMER, C. The gestating and lactating sow. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 231-252.

PELTONIEMI, O.; BLÖRKMAN, S.; MAES, D. Reproduction of group-housed sows. *Porcine Health Management*, London, v. 2, n. 15, 2016.

PENG, J. J.; SOMES, S. A.; ROZEBOOM, D. W. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 85, n. 3, p. 853-860, 2007.

PIC®. Sow & gilt management manual. Hendersonville. Hendersonville: PIC®, 2015. 41p.

PINHEIRO, R. Influência do peso ao nascimento para os resultados da maternidade. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS; INTEGRAL SOLUÇÕES EM PRODUÇÃO ANIMAL (Coord.). Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014. p.551-554.

REMIENCE, V.; WAVREILLE, J.; CANART, B.; MEUNIER-SALAÜN, M-R; PRUNIER, A.; BARTIAUX-THILL, N.; NICKS, B.; VANDENHEEDE, M. Effects of space allowance on the welfare of dry kept in dynamic groups and fed with an electronic sow feeder. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 122, p. 284-296, 2008.

RODENBURG, T. B.; KOENE, P. The impact of group size on damaging behaviours, aggression, fear and stress in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 103, p. 205-214, 2007.

ROHR, S. A.; DALLA COSTA, O. A.; DALLA COSTA, F. A. Bem-estar animal na produção de suínos: toda a granja. Brasília: ABCS; SEBRAE, 2016. 38p.

SALAK-JOHNSON, J. L.; CURTIS, S. E. Managing Grouped Sows. In: MIDWEST SWINE NUTRITION CONFERENCE, 2007, Indianapolis. Proceedings... Indianapolis: [s.n.], 2007. p. 6-12.

SILVA, C. A.; MANTECA, X.; DIAS, C. P. Needs and challenges of using enrichment material in the pig industry. *Semina Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 1, p. 525-536, 2016.

SINGH, C.; VERDON, M.; CRONIN, G. M.; HEMSWORTH, P. H. The behaviour and welfare of sows and piglets in farrowing crates or lactation pens. *Animal*, Cambridge, v. 11, n. 7, p. 1210-1221, 2016.

SOEDE, N. M.; KEMP, B. Best practices in the lactating and weaned sow to optimize reproductive physiology and performance. In: FARMER, C. The gestating and lactating sow. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 377-407.

SPOOLDER, H. A. M.; GEUDEKE, M. J.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; SOEDE, N. M. Group housing of sows in early pregnancy: A review of success and risk factors. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 125, p. 1-14, 2009.

SPOOLDER, H. A. M.; VERMEER, H. M. Gestation group housing of sows. In: FARMER, C. The gestating and lactating sow. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 47-71.

STALDER, K.; D'ALLAIRE, S.; DROLET, R.; ABELL, C. Longevity in Breeding Animals. In: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, G. W. Disease of Swine, 10th ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2012. p. 50-59.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. JBS anuncia fim das gaiolas de gestação para porcas reprodutoras em toda sua cadeia de fornecimento. 2015. Disponível em: <<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/jbs-anuncia-fim-das-gaiolas-de-gestacao-para-porcas-reprodutoras-em-toda-sua/20151116-155506-w419>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SVENDSEN, J.; SVENDSEN, L. S. Intensive (commercial) systems for breeding sows and piglets to weaning. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 165-179, 1997.

TURCOTTE, S.; RICARD, M-A.; RAMONET, Y.; COURBOULAY, V.; BROWN, J.; HENSEN, L. U. Housing Sows in Groups: transitioning to group housing for gestating sows: what you need to know!. [Québec]: Centre de développement du porc du Québec inc., 2015. 91p.

VANHEUKELOM, V.; DRIESSEN, B.; GEERS, R. The effects of environmental enrichment on the behaviour of suckling piglets and lactating sows: A review. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 143, p. 116-131, 2012.

VANHONACKER, F.; VERBEKE, W.; VAN POUCKE, E.; BUJIS, S.; TUYTTENS, F. A. M. Societal concern related to stocking density, pen size and group size in farm animal production. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 123, p. 16-22, 2009.

VILANOVA, X. M. Indicadores de bem-estar animal em animais de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOÉTICA E BEM-ESTAR ANIMAL E SEMINÁRIO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA E BIOTECNOLOGIA ANIMAL, 1., 2008, Recife. Anais... Recife: Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2008, p. 60-62.

VINSKY, M. D.; NOVAK, S.; DIXON, W. T.; DYCK, M. K.; FOXCROFT, G. R. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 18, n. 3, p. 347-355, 2006.

VOSOUGH AHMADI, B.; STOTT, A. W.; BAXTER, E. M.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Animal welfare and economic optimisation of farrowing systems. *Animal Welfare*, Hertfordshire, v. 20, n. 1, p. 57-67, 2011.

WEARY, D. M.; PAJOR, E. A.; FRASER, D.; HONKANEN, A.M. Sow body movements that crush piglets: a comparison between two types of farrowing accommodation. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 149-158, 1996.

WELFARE QUALITY®. Welfare Quality® assessment protocol for pigs: sows and piglets, growing and finishing pigs. Lelystad: Welfare Quality® Consortium, 2009.

WISCHNER, D.; KEMPER, N.; KRIETER, J. Nest-Building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 124, p. 1-8, 2009.

YUN, J.; SWAN, K-M; OLIVIERO, C.; PELTONIEMI, O.; VALROS, A. Effects of prepartum housing environment on abnormal behaviour, the farrowing process, and interactions with circulating oxytocin in sows. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 162, p. 20-25, 2015.

ZULOVICH, J. Effect of the Environment on Health. In: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, W. Diseases of Swine, 10th ed. West Sussex: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p.60-66.





# CAPÍTULO 17 – BOAS PRÁTICAS EM CRECHE E TERMINAÇÃO

**Autores:** PINHEIRO, R. W.  
**Contato:** ronie@integrall.org

Diversos fatores contribuem para que os animais possam expressar o desempenho máximo nas granjas comerciais. Sabe-se que de 20 a 30% deste potencial é perdido entre o período que compreende o nascimento e o abate. Estas perdas estão associadas ao aumento do estresse do animal e à consequente redução na taxa de ingestão de alimentos por condições ambientais, nutricionais e sanitárias. Portanto, conhecer e eliminar fatores de estresse pode ser um importante aliado no aumento do desempenho produtivo.

O peso ao nascimento, desmame e a frequência de mamadas impactam na variabilidade ao longo de todas as fases de produção, bem como ambiência, manejo e sanidade. Talvez o mais importante fator que atue sobre a variabilidade seja o status de saúde do rebanho. O grau de exposição a doenças difere entre animais e o impacto da exposição do animal saudável e seu desempenho varia de indivíduo para indivíduo, sendo possível observar um forte impacto sobre o CV (coeficiente de variação) dos pesos nas diversas idades (BEAULIEU et al., 2006).

O peso ao desmame é um importante fator de influência sobre a performance pós-desmame de suínos. Há uma relação positiva entre o peso ao desmame, eficiência de crescimento de suínos e a qualidade de carcaça de animais abatidos. Assim, o peso ao desmame é um importante parâmetro de predição para o peso na saída de creche, havendo uma forte correlação entre o peso ao desmame e o peso na saída de creche (ver **Tabela 1** a seguir). Segundo Cooper et al. (2001) para cada quilo agregado ao peso no desmame há um acréscimo de 1,9 kg no peso de saída de creche (56 dias de idade) e 4,2 kg de ganho adicional no abate.

Assim, há grande importância em se desmamar leitões com pelo menos 5,5 Kg aos 20 dias de idade, com redução na idade de abate e maior proporção de carne na carcaça. Ou seja, há uma redução no custo por quilo de carne de animais com melhor peso ao desmame.

**Tabela 1.** Influência do peso ao desmame na performance até o abate com 104 Kg. **Fonte:** COLE & VALEY, (2000).

| <b>Pesos ao desmame (kg)</b>       | <b>4,1 a 5,0</b> | <b>5,1 a 6,8</b> | <b>6,9 a 8,6</b> |
|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Idade à desmama (d)</b>         | 24               | 25               | 25               |
| <b>Peso ao abate (kg)</b>          | 104              | 104              | 104              |
| <b>GPD recria e terminação (g)</b> | 703              | 732              | 750              |
| <b>Consumo diário ração (Kg)</b>   | 2,304            | 2,336            | 2,300            |
| <b>Dias do desmame até o abate</b> | 136              | 134              | 128              |

Portanto, faz-se necessária a implementação de manejo e de tecnologias que assegurem o desmame de suínos com no mínimo 5,5 Kg aos 20 dias de idade. Em geral, leitões mais pesados ao desmame crescem mais rapidamente no período imediatamente posterior e são menos susceptíveis aos distúrbios digestivos e à diarreia. No entanto, leitões desmamados precocemente, mesmo com um peso acima de 5,5 kg, não apresentam um desempenho subsequente satisfatório, sendo a idade de desmame um importante fator que interfere na média de ganho diário e na lucratividade ao abate. O desempenho dos animais aumenta de forma linear com o aumento da idade de desmame até que se atinja 22 dias (MAIN et al., 2002).

**Tabela 2.** Influência da idade ao desmame sobre o desempenho subsequente. **Fonte:** Main et al. (2002)

| <b>Idade</b>                | <b>12 d</b> | <b>15 d</b> | <b>18 d</b> | <b>21 d</b> |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Peso(kg)</b>             | 4,2         | 4,9         | 5,7         | 6,5         |
| <b>Cons. (g/d)</b>          | 426         | 512         | 562         | 653         |
| <b>GPD (g/d)</b>            | 299 a       | 367 b       | 408 b       | 476 c       |
| <b>C.A</b>                  | 1,42        | 1,39        | 1,38        | 1,38        |
| <b>Peso 42 d. pós-desm.</b> | 16,9 a      | 20,3 b      | 22,6 b      | 25,8 c      |

Visando a minimizar o impacto do desmame sobre o desempenho dos leitões, o fornecimento de ração deve se iniciar na maternidade (creep feeding), permitindo uma melhor adaptação dos leitões às dietas e preparando-os para maior ingestão ao desmame. É importante ainda ter um cuidado especial com a primeira semana após o alojamento. Sabe-se que este período é importante em termos de adaptação fisiológica ao novo sistema de instalação e, principalmente, a uma alimentação totalmente diferente do leite materno. O grande desafio é fazer com que o leitão ganhe peso já nos primeiros dias após o desmame e que, durante toda o período, tenha a máxima eficiência de conversão a um custo compatível.

Um dos pontos cruciais para um bom desempenho na creche é o momento de desmame dos leitões. Neste período, é importante adotar boas práticas para minimizar os impactos sobre a saúde e melhorar o desempenho produtivo.

Podem-se citar os seguintes fatores que contribuem para o estresse do desmame:

- O leitão é retirado da mãe e de seus irmãos, formando nova divisão social e hierarquia com grupo de leitões estranhos. O procedimento com frequência resulta em brigas e lesões;
- Estresse da transferência para a creche;
- O local de alojamento é completamente diferente da maternidade, com variados tipos de piso, de cocho, de bebedouro, tamanho do grupo e temperatura ambiente;
- A dieta e sua forma de fornecimento mudam completamente, já que o leite materno contém cerca de 80% de água;
- Na creche, o leitão terá de buscar sua alimentação na apresentação seca e suprir a maior parte de seu requerimento hídrico pelos bebedouros;
- A composição da dieta é alterada basicamente para fontes vegetais (milho e soja), sendo que antes do desmame tem como base o leite.

Um bom manejo na creche consiste em amenizar estes fatores de estresse e adaptar o leitão o mais rápido possível ao sistema para que manifeste o máximo potencial de ganho de peso e de conversão alimentar. Nas primeiras semanas de creche, o desempenho tem grande influência no potencial de desenvolvimento do leitão não só neste setor, mas também nas etapas seguintes de crescimento e terminação. Após o desmame, deve-se fornecer a mesma ração de desmame desde o período de lactação. Este manejo é essencial na adaptação do leitão ao consumo na primeira semana pós desmame.

A taxa de crescimento durante a primeira semana pós-desmame também é um excelente indicador dos dias necessários para o abate. Os leitões com ganhos superiores na semana subsequente ao desmame chegam ao abate alguns dias antes que os animais que apresentam uma queda durante este período. Os animais com ganhos diários inferiores a 115 g na primeira semana após o desmame demoram até 20 dias a mais para chegar ao abate quando comparados com os animais que mantêm a taxa de ganho similar a da maternidade (250 g/dia). A magnitude da correlação entre ganho pós-desmame e peso ao abate é superior que a do peso ao nascimento e ao desmame, o que justifica a adoção de manejos que incrementem ganhos nesta fase (AZAIN et al., 1996).

Deve-se maximizar o consumo logo na primeira semana pós-desmame fornecendo dietas elaboradas com ingredientes de alta digestibilidade, levando ao máximo desempenho neste período e, conseqüentemente, na creche. O animal deve ter o acesso facilitado à ração, sendo estimulados ao consumo. Os leitões menores devem ser trabalhados de forma diferenciada, permitindo um melhor nível de consumo da ração por um tempo adicional.

Uma das maiores preocupações acerca do desempenho dos leitões nos primeiros dias pós-desmame está relacionada ao consumo de ração e de água. O leitão lactente estava acostumado a saciar fome e sede com o mesmo alimento. Na creche ele tem de satisfazer as duas necessidades fisiológicas em fontes diferentes (ração e água). O tempo médio para que o leitão ingira água pela primeira vez na creche é variável, sendo que alguns leitões podem levar até dois dias para encontrar o bebedouro e ingerir efetivamente este alimento. Em sistemas com manejo deficiente de fornecimento de água pode-se observar inclusive perda de peso dos leitões nos primeiros dias pós-desmame, com sinais claros de desidratação. Por outro lado, o maior consumo de ração pós-desmame estimula a secreção de enzimas pancreáticas e um aumento na altura das vilosidades do intestino delgado, conseqüentemente, um incremento no ganho de peso. Portanto, o consumo de ração e de água devem ser trabalhados em conjunto desde a entrada dos leitões na creche.

O acesso à fonte de água e alimento é um importante fator na determinação da variabilidade. Assim, se o número de chupetas e boca de cocho é restrito, os animais dominantes não permitem aos demais a ração e água resultando na disparidade de crescimento dentro dos lotes. Além de ocasionar desidratação, o baixo consumo de água, contribui para redução do consumo de ração. Portanto, deve-se lançar mão de artifícios para estimular a ingestão hídrica. A utilização de bebedouros suplementares, com adição de água várias vezes ao dia, auxilia no fornecimento de água até que os leitões se adaptem aos bebedouros da creche. Pode-se adicionar ácidos orgânicos a esta água que, além de aumentarem a palatabilidade, também auxiliam na redução do pH do estômago. Paralelo a isso, pode-se deixar, nos primeiros dias, que os bebedouros (tipo niple ou taça) apresentem gotejamento, atraindo a atenção dos leitões e reduzindo o período de adaptação ao sistema de fornecimento de água. Recomenda-se trabalhar com no máximo dez animais por bebedouro e uma vazão de 1 litro/minuto, com a altura regulável ao tamanho e desenvolvimento de cada grupo.

O manejo da utilização de comedouro adicional no momento do desmame contribui para o aumento de consumo na primeira semana após o desmame, aumentando apenas a frequência de alimentação dos animais. A utilização de cochos tipo prancha facilita a

identificação da ração pelos animais, estimulando o consumo já na chegada à creche. Manejos que estimulem a ida dos leitões ao cocho (seis a oito vezes/dia) aumentam o ganho de peso no período.

**Figura 1.** Comedouros tipo prancha. **Crédito:** Agroceres PIC



Outro fator determinante para um bom desempenho diz respeito à ambiência. É fundamental que os leitões sejam mantidos em sua zona de conforto para que todos os nutrientes absorvidos sejam utilizados para o crescimento e não para a manutenção da temperatura corporal. Por outro lado, flutuações extremas na temperatura diária, associadas às altas concentrações de gases (amônia) e poeira, acabam por ocasionar irritações no trato respiratório dos animais, aumentando a probabilidade de ocorrência e agravamento de doenças respiratórias.

Leitões menores apresentam temperatura de conforto mais alta, independentemente da idade. É importante que se tenha o controle objetivo da temperatura por meio do acompanhamento diário com termômetro de máxima e mínima em cada sala de creche, mas também é indispensável a observação do comportamento dos animais para se perceber, independente da temperatura ambiente, a sensação térmica e o conforto dos mesmos. Assim, leitões amontoados demonstram desconforto e sensação de frio, por outro lado, leitões ofegantes e espalhados demonstram sensação de calor excessivo.

**Figura 2.** Leitões dentro da zona de conforto. **Crédito:** Integrall



**Tabela 3.** Impacto da temperatura ambiental sobre ganho de peso e deposição de gordura e proteína. **Fonte:** Le Dividich, J. e Noblet, J.,1982.

|                      | Temperatura ambiental (°C) |         |         |
|----------------------|----------------------------|---------|---------|
|                      | 32 - 26                    | 28 - 22 | 24 - 18 |
| <b>Ganho/dia (g)</b> | 352,0 a                    | 356,0 a | 303,0 b |
| <b>Proteína</b>      | 58,3 a                     | 57,1 a  | 51,2 b  |
| <b>Gordura</b>       | 26,2 a                     | 25,2 a  | 18,9 b  |

O manejo de cortinas é fundamental para manter a temperatura adequada a cada fase, permitindo a renovação de ar das salas e impedindo a incidência direta de correntes de ar frio sobre os leitões. Dependendo das condições climáticas, na maioria das vezes, nem sempre o uso de cortinas é suficiente para garantir o conforto térmico dos leitões, especialmente nas primeiras semanas de creche. Portanto, faz-se necessário dispor de alternativas para manter a temperatura ideal em cada fase.

A utilização de campânulas elétricas (resistências ou lâmpadas infravermelhas) ou a gás são instrumentos importantes para o controle da temperatura em ambientes frios. As campânulas são móveis, podendo ser transferidas de uma sala para outra. Quando se usa o gás, é preciso cuidado com a queima excessiva de oxigênio da sala. Recomenda-se fazer a renovação de ar manejando as cortinas com mais frequência.

**Figura 3.** Aquecimento com resistência elétrica suspensa. **Crédito:** Integrall



## 17.1. MANEJOS APLICADOS À CRECHE

Um dos objetivos cruciais no setor de creche nas primeiras semanas pós-desmame está a maximização do consumo de ração e de água. É importante adotar ferramentas como cocho acessórios, cochos tipo prancha e o fornecimento de água. Os cuidados para o fornecimento de dietas pós-desmame são:

- Fornecer de 6 a 8 vezes/dia, em pequenas porções;
- Utilizar cochos suplementares;
- Utilizar cochos que tenham o número de bocas correspondente ao tamanho do lote;

Além do cuidado com a dieta, algumas precauções são necessárias para reduzir o estresse dos leitões no desmame:

- Ajustar toda a sala antes do desmame, regulando cocho, bebedouro e ambiência;
- Padronizar os lotes pelo tamanho dos animais;
- Estimular o consumo de ração pelo fornecimento de seis a oito tratos diários;
- Medir a temperatura máxima e mínima das salas;
- Adotar fontes adicionais de calor, permitindo uma temperatura ideal, de acordo com a fase dos animais;
- Prestar especial atenção à hidratação dos leitões;
- Cuidar do manejo da cortina e da lavagem das salas para evitar o acúmulo de gás;
- Respeitar a relação de dez leitões por bebedouro.

## 17.2. MANEJOS APLICADOS À TERMINAÇÃO

Terminação é o período de vida dos suínos entre a saída da creche e o abate. Nesta fase, a conversão alimentar é um dos pontos mais importantes a ser monitorados, já que a alimentação pode representar entre 70 e 80% dos custos dessa fase.



## 17.2.1. Cuidados no alojamento dos leitões

Os leitões são recebidos com 18-25 kg de peso vivo, dependendo do sistema de produção. As instalações de terminação devem ser adequadas para receber leitões que passarão por diferenças muito grandes no seu peso nessa fase, ou seja, aumentarão em mais de quatro vezes o seu peso corporal (de 25 kg para mais de 100 kg).

De uma forma geral, os galpões nas terminações têm largura entre 10 m e 14 m, pé-direito de 3 m a 3,5 m e comprimento variável de acordo com o número de animais alojados. O volume de ar por suíno deve ser de 3 m<sup>3</sup>/animal e a velocidade do ar de 0,1 a 0,3 m/s. Essas características são importantes para facilitar a dissipação do calor, renovação do ar e a retirada de gases tóxicos e de poeira de dentro das instalações.

Os suínos devem ser alojados com aproximadamente 1 m<sup>2</sup>/kg de peso vivo e o tamanho das baias podem variar em função do tamanho da granja e do fluxo das instalações. Entretanto, sabe-se que a utilização de baias menores (25 a 30 animais) melhora o desempenho e facilita a identificação de animais doentes e os manejos de limpeza. O número de suínos por baia também deve ser determinado em função do número de bebedouros e comedouros, para que não exista restrição de consumo de água ou ração. No alojamento, deve-se evitar reagrupamentos, sendo estes extremamente estressantes, impactando diretamente sobre o desempenho zootécnico e abrindo portas para os problemas sanitários.

Os leitões mais leves devem ser tratados de forma especial, podendo ser utilizado um tempo maior de fornecimento da ração inicial e condições de ambiência mais cuidadosa. Também pode ser utilizado protocolo especial de medicação, já que é sabido que os leitões mais leves adoecem com mais facilidade e são os maiores difusores de doenças nas terminações.

Os principais cuidados nessa fase são relacionados ao fornecimento de água e ração, ambiência e manutenção da higiene e saúde dos suínos. Assim, as condições ideais de ambiência e alojamento dos leitões para a fase estão descritas abaixo:

- A temperatura adequada varia de acordo com o peso dos animais, sendo de aproximadamente 24-25°C nas primeiras semanas e chegando a 18°C;
- Os equipamentos que auxiliam na ambiência são as cortinas e forros e os ventiladores, os quais auxiliam na manutenção e redução da variação da temperatura dentro das instalações e não deixam o sol e correntes de ar incidir sobre os animais;
- O plantio de árvores e grama ao redor das instalações também auxilia na melhoria do ambiente interno;

**Figura 4.** Cortinas, forro e abafadores para aquecer no inverno. **Crédito:** Integrall



**Figura 5.** Cortinas, grama e arborização.



A limpeza diária das instalações é fundamental para a manutenção do bom desempenho e da baixa ocorrência de doenças. As baias devem ser limpas diariamente por meio da raspagem seca dos dejetos, diminuindo a formação de cascão de fezes no piso. Os corredores e as baias também devem ser varridos duas a três vezes por semana, reduzindo o acúmulo de poeira dentro das instalações.

Fornecida à vontade, a água deve estar na temperatura de 12 a 18° C e ter boa qualidade, sendo preferencialmente clorada (2 ppm). Os bebedouros podem ser do tipo concha e do tipo nipple, sendo que a regulagem e a higiene dos mesmos deve ser adequada para evitar desperdício ou restrição no consumo de água. A recomendação é de um bebedouro tipo concha para 20 suínos e um bebedouro tipo nipple para 12 suínos, ambos com vazão aproximada de 1,5 L/minuto.

**Figura 6.** Bebedouro tipo concha: é fundamental limpá-los várias vezes ao dia, pois os suínos podem urinar ou defecar dentro deles, limitando o consumo de água. **Crédito:** Integrall



O fornecimento de ração pode ser realizado com comedouros automáticos ou manuais e pode ser restrito ou à vontade. De uma forma geral, os suínos são alimentados à vontade até os 60-80 kg e depois disso, pode-se iniciar a restrição. Com esse manejo, é possível aproveitar ao máximo a boa conversão alimentar e alta deposição de carne magra nessa fase inicial. Após isso, a quantidade de ração deve ser diminuída, promovendo um bom ganho de peso, boa conversão alimentar e baixa deposição de gordura.

**Figura 7 e 8.** Restrição alimentar: acesso de todos os suínos ao mesmo tempo, evitando-se competição entre eles.



Na alimentação à vontade, podem ser utilizados comedouros automáticos ou manuais, onde a ração fica disponível aos suínos durante todo o dia, sem nenhuma restrição de consumo.

Como a conversão alimentar deve ser uma das principais metas a ser buscadas nesta fase, é fundamental evitar ao máximo o desperdício de ração. Para isso, os comedouros devem ser regulados várias vezes ao dia e a cada nova partida de ração, já que a densidade e a composição da ração podem interferir no funcionamento do mesmo.

Com curvas de restrição alimentar é possível manter o mesmo peso ao abate e reduzir em 15-20 kg a ração consumida por suíno durante a fase de terminação. Isso tem um impacto muito importante sobre a rentabilidade do sistema, além de diminuir a quantidade de dejetos. As curvas devem ser desenhadas de acordo com a genética e a nutrição utilizadas.

**Figura 9.** Comedouro automático com tampa para evitar o acesso de outros animais à ração.



**Figura 10.** Comedouro linear com ração à vontade. **Crédito:** Integrall



**Figura 11.** Comedouro muito aberto facilita o desperdício.



**Figura 12.** Regulagem correta.



Como ferramentas adicionais, pode-se utilizar os repartidores de nutrientes como a ractopamina, respeitando as restrições impostas pelos mercados, tendo incrementos no ganho de peso e redução na taxa de conversão alimentar.

Do ponto vista da sanidade, sabe-se que a presença de doenças é um dos fatores que reduzem o crescimento dos suínos, aumentando a variação no ganho de peso e, consequentemente, o risco de os animais pertencerem à categoria de baixo peso na saída para a terminação. Como principais manejos de impacto sanitário podemos destacar:

- A limpeza, desinfecção e vazio sanitário entre lotes: essas atividades são essenciais para quebrar o ciclo de agentes e iniciar os lotes com uma baixa pressão de infecção.
- Programas eficientes de vacinação e medicação: devem ser baseados nas enfermidades que acontecem em cada sistema de produção e na distribuição das doenças durante o ciclo de produção. De forma geral, os pulsos preventivos de medicação devem ser iniciados entre cinco e sete dias antes da manifestação clínica das doenças de forma a prevenir o seu aparecimento e devem ter a recomendação recomendada na bula dos medicamentos.
- Fornecimento de um manejo adequado de ambiente (temperatura, higiene, fornecimento de água e ração): auxiliam na redução do estresse e na manutenção da saúde. Alguns exemplos de condições adversas de instalações, equipamentos e ambiência que podem comprometer o desempenho dos suínos na terminação e no aparecimento de doenças.

### 17.3. SAÍDA PARA O ABATE

A saída ou embarque de suínos para o abate é considerado o estágio crítico do processo de pré-abate em função da forte interação homem-animal e das bruscas mudanças de ambiente aos quais os animais são submetidos. Usualmente os suínos são retirados com dificuldade pelos envolvidos porque as baias não apresentam condições adequadas como a posição dos comedouros e do portão de saída. Deve-se ainda considerar o peso dos animais e a falta de equipamentos apropriados, como tábua de manejo. Outros importantes pontos são as rampas dos embarcadouros, que normalmente têm inclinação irregular, pouca iluminação e problemas de estrutura física.

Assim, quando os animais são conduzidos de maneira inadequada durante o pré-abate, o bem-estar dos suínos e dos tratadores é comprometido e a qualidade da carne é afetada, gerando prejuízos aos produtores, transportadores e frigoríficos.

#### 17.3.1. Manejo pré-embarque

Pontos principais que devem ser observados para garantir um embarque tranquilo:

- Levantar junto ao cliente informações referentes ao embarque dos animais, tais como: data e horário preciso do embarque dos suínos, tempo de jejum recomendado e densidade de transporte (suínos por caminhão);
- Submeter os suínos ao jejum alimentar de 12 a 15 horas, uma vez que esta prática reduz a mortalidade durante o transporte, gera economia de ração e facilita a evisceração durante o processo de abate. O jejum significa a suspensão do fornecimento de alimentos aos animais, porém, neste período eles devem ter água de boa qualidade à disposição;

- Definir com antecedência e organizar a equipe responsável pelo embarque dos suínos;
- Preparar materiais necessários ao manejo de embarque: tábua de manejo, portões de manejo e outros.

### 17.3.2. Principais cuidados no embarque

Devido a sua estrutura física, os suínos se cansam facilmente, por isso devem sempre ser manejados com muita calma. Quando isso acontecer, os mesmos devem descansar para depois serem novamente conduzidos com muita calma. Sempre que possível, estes animais devem ser embarcados com o auxílio de um carrinho. Na produção de suínos, não se faz uso de choque elétrico, pois sabidamente provoca estresse com consequente comprometimento do bem-estar e da qualidade da carne.

Quando o embarque dos suínos for realizado à noite, deve-se reduzir a iluminação no interior das instalações. Junto do embarcadouro deve-se colocar uma boa fonte de luz, pois os suínos tendem a se deslocar com mais facilidade de uma área escura para uma mais clara. Os locais de passagem dos suínos devem estar bem iluminados, assim como o interior do caminhão, favorecendo o acesso dos animais.

O embarcadouro tem um papel fundamental sobre o bem-estar dos suínos e também dos trabalhadores envolvidos, com consequente influência na qualidade da carne dos animais. Os embarcadouros devem ter um ângulo de subida de no máximo 20 graus, largura de 0,70 m e piso antiderrapante.

**Figura 13.** Rampa de embarque. **Crédito:** Integrall



Recomenda-se utilizar tábua de manejo para retirar os suínos das baias e conduzi-los até o caminhão, dando preferência para as horas mais fresca do dia para o processo de embarque. Também é importante manter locais de passagem e acesso livres de materiais que possam ferir os animais ou distraí-los.



**Figura 14.** Uso da tábua de manejo. **Crédito:** Integrall



### 17.3.3. Principais cuidados no transporte

O transporte representa uma situação nova para os suínos e, por isso, pode provocar medo e várias condições de estresse, tais como: ruídos e odores desconhecidos, vibrações e mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiental e maior densidade de transporte. Para mitigar esses problemas:

- Preconiza-se uma densidade de transporte de 230 kg/m<sup>2</sup>;
- Os motoristas devem ser submetidos a treinamentos periódicos sobre direção defensiva, primeiros socorros, legislação ambiental, bem-estar animal e transporte de suínos;
- É importante que o setor público mantenha as estradas em boas condições para que o transporte seja realizado adequadamente;
- Os animais transportados devem estar acompanhados da documentação sanitária (GTA) e fiscal;
- Não se deve realizar paradas durante o trajeto. Quando imprescindíveis, e durante o dia, buscar um local sombreado para estacionar;
- A parte superior do caminhão deve ser coberta por sombrite e condição geral do caminhão deve sempre ser boa (limpeza, condição física etc).
- No frigorífico deve haver um setor de desembarque que facilite a descida dos animais do caminhão e também uma sala de espera que permita a separação dos animais por proprietário.

## 17.4. CONCLUSÕES

A adoção de manejos na creche e terminação, dentro de parâmetro de boas práticas de produção leva à melhoria dos resultados, respeitando os princípios do bem estar animal e de forma sustentável conduz a granja à incorporação de rotinas que lhe garanta maior rentabilidade.



## 17.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAIN, et al. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: Seasonal variation in response. J. Animal Sci. 74: 2195-2202, 1996.

BEAULIEU et al., Variability in growth and the impact of litter size. 8th Annual swine Technology Workshop, 2006.

COOPERET et al. Characterization of Within Pen and within room variation in pigs from birth to market: variation in birthweight and days to market. Monograph 01-03. Prairie Swine Centre Inc., Saskatoon, SK, 2001

Le Dividich, J., Noblet, J. and Aumaitre, A., 1982. Environmental requirements of early weaned intensively reared piglets. In: Livestock Environment II. ASAE Publication 3-82, pp. 353-361

MAIN, et al., Effects of weaning age on pig performance in three-site production. Swine Day, 2002.

Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Effects of weaning age on pig performance in three-site production. Swine Day, 2002.



# CAPÍTULO 18 – PISO, CLAUDICAÇÃO E INTEGRIDADE DOS CASCOS

**Autores:** KRAMER, T.; ALBERTON, G.C.

**Contato:** tk.contato@gmail.com

## 18.1. INTRODUÇÃO

As lesões nos membros e cascos de leitões, suínos em crescimento e reprodutores são comuns na produção intensiva. Como consequência da dor decorrente destas lesões, os animais manifestam claudicação, evitando apoiar um pé, ou sendo incapaz de se levantar e se movimentar (ISON et al., 2016).

As características do ambiente em que os animais são criados têm impacto significativo na integridade e saúde do aparelho locomotor. Aspectos construtivos e a manutenção do piso determinam o caminhar e o conforto dos animais ao deitar-se e, assim, a ocorrência ou não de lesões (DE BELIE; ROMBAUT, 2003).

Assim, claudicação e lesões nos cascos podem afetar o bem-estar em decorrência de condições de piso inadequadas.

A fim de prevenir a claudicação, é importante conhecer seus fatores de risco e como eles contribuem no desenvolvimento das lesões dos cascos e membros (MÜLLING, 2012). O objetivo desta revisão é reunir informações detalhadas sobre todos os mecanismos relacionados com o desenvolvimento das lesões e as formas de prevenção.

## 18.2. CLAUDICAÇÃO

A claudicação é a manifestação do desconforto ou dor em um membro quando o animal caminha ou mantém-se em pé, comum em animais de alto potencial produtivo e sistemas intensivos de produção (BERGSTEN, 2003). Esta condição afeta negativamente o comportamento animal em função da diminuição da capacidade de locomoção, dor ou desconforto generalizado (HEINONEN et al., 2013), resultando na falta de capacidade do animal para disputas e interação social, e prejuízo no consumo de água e alimento.

A claudicação é a principal causa de perdas por descarte prematuro de porcas e pela redução do ganho de peso diário em animais em crescimento (KILBRIDE et al., 2009b). Em animais nas fases de creche, crescimento e terminação, claudicação é a terceira principal razão de uso de antibióticos (QUINN et al., 2013), além de aumentar a probabilidade de descarte ou eutanásia. Decorrente disso, independente da fase de produção, a claudicação leva a aumento no custo de produção, seja por perdas no desempenho zootécnico, pelo aumento no uso de medicamentos, ou pela maior demanda de mão de obra (KRAMER et al., 2015a, 2015b).

O custo atribuído à claudicação representa a soma do aumento de trabalho para identificar e tratar os animais, o custo dos medicamentos utilizados no tratamento e a perda no desempenho dos animais. No entanto, a desmotivação da equipe em decorrência do problema percebido e questões de bem-estar são difíceis de quantificar, mas devem ser considerados nos custos (ELLINGSON et al., 2012).

A média de tratamentos diários para claudicação durante o período de terminação é de aproximadamente 5,4/1.000 suínos, equivalente a 30-90 minutos de trabalho diário adicional por mil animais (NIELSEN et al., 2001; ELLINGSON et al., 2012). Aproximadamente 10% dos leitões são tratados para claudicação durante as primeiras três semanas de vida. Esses leitões são aproximadamente 1 kg mais leves do que os leitões que não apresentam claudicação às nove semanas de idade. Além disso, a probabilidade de novo tratamento para claudicação durante a fase de terminação é 2,5 vezes maior para os animais que foram tratados quando lactentes, evidenciando o potencial de recorrência da claudicação ao longo da vida do animal (ZORIC et al., 2003; EHLORSSON; WALLGREN, 2012).

Há poucos trabalhos disponíveis na literatura demonstrando os efeitos da claudicação no desempenho dos animais, especialmente com relação às perdas no ganho de peso diário e na conversão alimentar. Isto possivelmente se dá porque as perdas produtivas em decorrência da claudicação são subestimadas, uma vez que não são suficientes para sensibilizar o produtor (KRAMER et al., 2015a). No entanto, estes animais com baixo desempenho necessitam mais tempo para serem levados ao abate, são motivos de preocupação quanto ao bem-estar e resultam em descarte ou mortalidade, que pode alcançar 1% a 5% do total do plantel (SCHWARTZ; MADSON, 2014; WADDELL, 2015).

Monitorias clínicas realizadas em leitões em crescimento mostraram que 10% a 40% dos animais apresentaram claudicação (GILLMAN et al., 2009; KILBRIDE et al., 2009b; QUINN et al., 2013; SHEPHERD; ENGLE, 2013). No Sul e Sudeste do Brasil, a avaliação de porcas em gestação em gaiolas de 36 granjas demonstrou que, em média, 65% dos animais apresentavam claudicação, com frequência mínima e máxima por granja de 43% e 83%, respectivamente (KRAMER; ALBERTON, 2014).

As causas que levam à claudicação são várias e dependem principalmente de aspectos genéticos, do ambiente em que os animais são criados, do manejo adotado e da nutrição (OSSENT, 2010; NALON et al., 2013; KRAMER et al., 2015a, 2015b), como será abordado adiante.

## 18.2.1. Identificação e classificação da claudicação

Mais do que identificar animais com claudicação, classificar seu grau de severidade é fundamental para a compreensão mais aprofundada do problema.

O uso de um padrão de classificação da locomoção permite avaliar a claudicação dos animais por meio da observação dos animais em pé e caminhando. Este método, que é intuitivo e de fácil aprendizado e aplicação, possibilita detecção precoce dos problemas locomotores do plantel e pronta aplicação de medidas corretivas e de controle (OSSENT, 2010).

Um dos primeiros sistemas de classificação da locomoção (MAIN et al., 2000) levou em consideração comportamento, postura dos animais e movimento de deslocamento, com uma escala entre 0 (animais alertas, corretamente posicionados e alinhados quando parados) e 5 (animais apáticos, com dificuldade em manter-se em pé ou mover-se). No entanto, por sua escala ampla, verificou-se que este sistema tinha alguma dificuldade de aplicação.

Assim, mais recentemente (ANIL et al., 2008) propôs-se um sistema em que a escala de 0 a 3 (ver **Tabela 1** a seguir) permitiu fazer a classificação com mais facilidade, sendo que um suíno classificado como 0 não apresenta sinais de claudicação, enquanto 1 a 3 representam escala crescente na classificação.

**Tabela 1.** Sistema de classificação da locomoção dos suínos. **Fonte:** ANIL et al., 2008.

| <b>Escore de claudicação</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 - Normal                   | O suíno move-se facilmente com pouco incentivo. Mantém-se confortável, apoiando-se em todos os pés.                                                                                         |
| 1 - Discreto                 | O suíno move-se de forma relativamente fácil, mas sinais visíveis de claudicação são evidentes em pelo menos uma perna. Ele evita apoiar o peso neste membro, mas ainda se move facilmente. |
| 2 - Moderado                 | A claudicação é evidente em um ou mais membros. O suíno demonstra. Comportamento compensatório, como balançar a cabeça ou arquear as costas.                                                |
| 3 - Severo                   | Há relutância evidente em caminhar e em suportar o peso em um ou mais membros. É difícil movimentar o suíno.                                                                                |

A monitoria de classificação deve ser realizada quando os animais estão em deslocamento espontâneo. No caso de porcas, pode ser realizada quando as fêmeas são movimentadas entre as instalações de maternidade e gestação, o que facilita a execução e melhora a precisão da avaliação (WARD et al., 2011).

No entanto, como o método de avaliação visual é subjetivo, é possível que claudicações discretas não sejam percebidas, prejudicando ações preventivas ou terapêuticas antes do agravamento do problema. Com isso, é recomendado que a mesma pessoa faça as avaliações de modo rotineiro, praticando-a constantemente a fim de garantir especificidade e sensibilidade da avaliação (ANIL et al., 2008).

### 18.2.2. Causas da claudicação

As claudicações acontecem pela interação de três principais fatores (OSSENT, 2010; ELLINGSON et al., 2012; KRAMER et al., 2015b, 2015a):

- Ambiente e manejo: o padrão construtivo das instalações, a manutenção das mesmas, sua higiene e, ainda, o sistema de alojamento, interação entre os animais e superlotação podem favorecer a ocorrência de determinadas lesões;
- Genética e seleção: padrão genético, conformação, recria dos animais e a seleção são determinantes na predisposição dos animais ao desenvolvimento de claudicação;
- Nutrição: alimento formulado adequadamente à linha genética e à etapa de produção, bem como as quantidades fornecidas aos animais são fundamentais para o crescimento, desenvolvimento e função de cascos, pés e membros. Peso elevado dos animais e velocidade de ganho de peso também estão incluídos nestes fatores de risco.

Da interação entre estes fatores e conforme fase de produção pode ocorrer claudicação, cujas causas podem ser divididas em quatro grupos principais (KRAMER et al, 2015a, 2015b):

- Lesões nos cascos
- Osteocondrose
- Artrites infecciosas
- Fraturas

A **Tabela 2** a seguir apresenta as principais causas de claudicação, distribuídas em idades aproximadas de manifestação.

### 18.3. ANATOMIA E FISILOGIA DOS CASCOS

Por seu contato com o piso, os cascos fazem a interface entre o animal e o ambiente. Sua integridade é dependente das influências internas, do metabolismo e, ao mesmo tempo, dos impactos mecânicos, químicos e biológicos externos oriundos do ambiente onde os animais se encontram (MÜLLING; GREENOUGH, 2006; MÜLLING, 2012). A capacidade do casco de resistir a estas influências é determinada por aspectos genéticos e nutricionais. A interação entre as estruturas que compõem o casco e o ambiente resulta em uma cascata de eventos fisiopatológicos que levam, por sua vez, a mudanças adaptativas, alterações ou lesões nos tecidos (KRAMER et al., 2015b).

Os cascos são estruturas muito mais delicadas e sensíveis do que aparentam ser. Conhecer sua fisiologia é fundamental para entender como e porquê prevenir a claudicação (BRAGULLA et al., 2004; MÜLLING, 2012)

O pé dos suínos compreende dois dedos principais (3° e 4° dígitos) que se apoiam no chão e dividem o peso, e dois dedos assessórios (2° e 5° dígitos), que normalmente não têm contato com o solo. Em ambos, as terceiras falanges (distais) e parte das segundas falanges (mediais) são cobertas por uma cápsula córnea (epiderme modificada). Esta cápsula córnea é constituída por quatro tipos distintos de estruturas histológicas, caracterizadas por sua localização e pelo tipo de queratina: (1.) parede externa ("dura") e (2.) sola do casco ("dura"); (3.) almofada plantar ("mole"); e (4.) linha branca ("mole") (BRAGULLA et al., 2004; TOMLINSON et al., 2004; MÜLLING; GREENOUGH, 2006; OSSENT, 2010; NALON et al., 2013; POLLITT; COLLINS, 2016).



**Tabela 2.** Idades aproximadas de manifestação das principais causas de claudicação dos suínos.

**Fonte:** ALBERTON et al., 2012; RAMIREZ, 2012; KRAMER et al., 2015a.

| IDADE EM MESES                                                                                                        |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--------------|-------------------|---------------------------------|----|----|
| 1                                                                                                                     | 1,5 | 2                                                                                                                                             | 3 | 4 | 5 | 6            | 18                | 30                              | 42 | 54 |
| Lesões nos cascos, traumas musculares, entorses, luxações e fraturas                                                  |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Clostridium tetani ou infecções sépticas                                                                              |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Doenças vesiculares: febre aftosa, exantema vesicular, doença vesicular dos suínos, estomatite vesicular, senecavírus |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Infecção por Streptococcus suis                                                                                       |     | Artrite supurativa crônica por S. suis, S. equisimilis, M. hyorhinis, M. hyosynoviae, Haemophilus parasuis, Corynebacterium ou Staphylococcus |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Infecção por Streptococcus equisimilis                                                                                |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Infecção aguda por Mycoplasma hyorhinis                                                                               |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
| Infecção aguda por Mycoplasma hyorhinis                                                                               |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Bursite                                                                                                                                       |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Raquitismo                                                                                                                                    |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Erisipela aguda                                                                                                                               |   |   |   |              | Erisipela crônica |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Síndrome do membro posterior assimétrico                                                                                                      |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Pododermatite                                                                                                                                 |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Necrose muscular aguda                                                                                                                        |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Osteocondrose                                                                                                                                 |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     | Osteoartrite, doença degenerativa articular                                                                                                   |   |   |   |              |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   | Epifisiólise |                   |                                 |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Brucelose                       |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Laminite                        |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Apofisiólise                    |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Osteomalácia                    |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Tarsite                         |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Artrose deformante              |    |    |
|                                                                                                                       |     |                                                                                                                                               |   |   |   |              |                   | Síndrome de fraqueza das pernas |    |    |

As principais estruturas anatômicas que compõem o casco são descritas a seguir (BRAGULLA et al., 2004; MÜLLING; GREENOUGH, 2006; OSSENT, 2010; VAN AMSTEL, 2010) e podem ser observadas na **Figura 1** a seguir:

- Cápsula córnea (Epiderme): contempla quatro estruturas cornificadas: parede, sola, almofada plantar, e linha branca:
- Parede: superfície dura e externa do casco. Em animais adultos, seu comprimento na face dorsal é de 50 a 60 mm e sua coloração é homogênea, róseo-marfim;
- Almofada plantar: estrutura macia e bulbosa, que compreende cerca de dois terços da porção plantar do casco e suporta boa parte do peso, especialmente no deslocamento;
- Sola: porção dura da porção plantar do casco, representando um terço da superfície;

- Linha branca: estrutura de junção da sola com a parede do casco. Contorna toda a margem da sola e é constituída de queratina de baixa resistência.
- Banda coronária: área de transição entre o casco e a pele, onde encontra-se a zona de crescimento da parede;
- Córium ou Derme: camada de tecido conectivo denso e delicado, em um arranjo lamelar digitiforme, abaixo da cápsula córnea, onde encontram-se nervos sensitivos e vasomotores, além de uma abundante e complexa rede de vasos sanguíneos, responsáveis pelo fornecimento de nutrientes para o crescimento e diferenciação celular da cápsula córnea. Também está presente o aparato de sustentação entre cápsula córnea e a terceira falange, constituído por fibras de colágeno que partem da inserção óssea e se ligam à cápsula córnea por meio da lâmina;
- Articulação interfalangeana distal: articulação protegida pela cápsula córnea, entre terceira e segunda falanges;
- Tendão extensor: ligado à porção frontal da terceira falange, este tendão promove o movimento de extensão do casco para cima, quando o animal caminha, mantendo o pé alinhado com a superfície;
- Tendão flexor profundo: ligado à porção posterior da terceira falange, este tendão atua puxando o casco para baixo e para trás quando o animal está em deslocamento;
- Dedo acessório: tem constituição anatômica semelhante aos dedos principais, mas não tem contato com o solo. Assim, não tem função de apoio em solo firme.

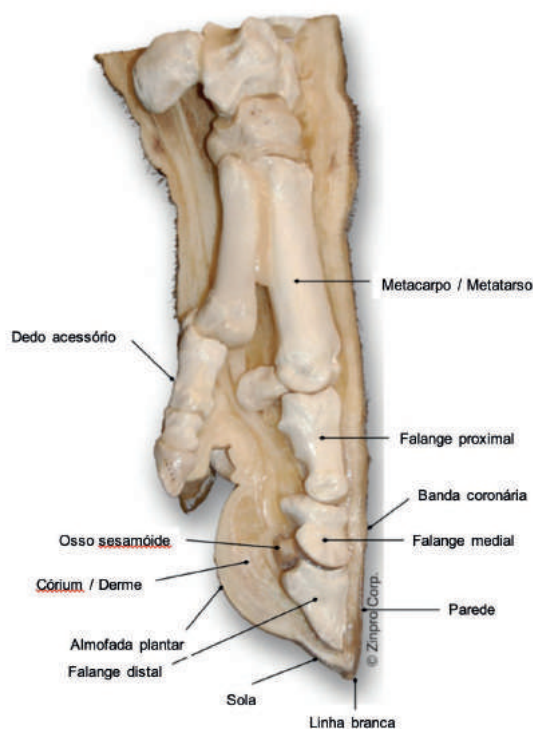
A queratina é a principal proteína estrutural do casco, estando também presente na pele e pelos. Existem dezenas de diferentes moléculas de queratina, com pesos moleculares entre 40 e 70 kDa, variando em graus de dureza e na concentração de enxofre, de acordo com o tecido do qual são constituintes e da sua função (POLLITT, 2004; KRAMER et al., 2015b).

De modo geral, a queratina pode ser classificada de acordo com seu grau de "dureza", sendo: queratina "mole", como a presente na pele, na almofada plantar e na linha branca; ou "dura", como a presente nos pelos, na parede externa e na sola do casco. A queratina "dura" que constitui a estrutura tubular da parede do casco, apresenta grande número de ligações dissulfeto, o que lhe garante alta resistência física. A queratina "mole", por sua vez, que constitui o tecido córneo perióplico (na banda coronária), a linha branca e a almofada plantar, é rica em grupos sulfidril e tem pequena quantidade de ligações dissulfeto, o que lhe garante maior elasticidade, mas baixa resistência física (POLLITT, 2004; TOMLINSON et al., 2004; KRAMER et al., 2015b).

A formação da cápsula córnea é resultado de um processo dinâmico de proliferação e diferenciação celular (queratinização) e de morte celular programada (cornificação). Histologicamente, ela consiste de quatro camadas, classificadas conforme a diferenciação celular. A camada basal é formada por células epidermais ativas que recobrem o córion e promovem a proliferação celular. Decorrente desta multiplicação, as células são empurradas para a camada subjacente, na qual sofrem diferenciação celular em células espinhosas (queratinização), assim formando a camada espinhosa. Ao fim da diferenciação celular, grânulos basofílicos queratoalínicos densos acumulam-se nas células, pelo que esta camada é denominada camada granulosa. A partir desta camada, as células sofrem morte celular programada, promovendo a cornificação do tecido e formando a camada córnea (TOMLINSON et al., 2004). As células da epiderme são unidas por uma substância cementsante intercelular, arrançadas de forma como se o tecido córneo fosse uma parede de tijolos (MÜLLING et al., 1999), garantindo assim a resistência físico-química e a impermeabilidade dos cascos (MUELLING, 2009).

Nos bovinos, o tecido córneo produzido na camada basal da banda coronária desloca-se lentamente através da lâmina da parede, levando cerca de oito a dez semanas para alcançar a superfície de apoio (VERMUNT; GREENOUGH, 1995). Em suínos jovens, os cascos crescem aproximadamente 10 mm por mês (JOHNSTON; PENNY, 1989), enquanto que, em animais adultos, 6 mm (VAN AMSTEL; DOHERTY, 2010).

**Figura 1.** Extremidade distal dos membros de um suíno. As principais estruturas anatômicas estão indicadas. Adaptado de OSSENT, 2010; ©Zinpro Corporation.



## 18.4. RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E FORMAÇÃO DOS CASCOS

A formação do tecido córneo é um processo complexo, muito sensível a mudanças nutricionais e metabólicas, efeitos hormonais e influências do ambiente (MUELLING, 2009). O aporte adequado de nutrientes, em quantidade e qualidade, é essencial para a produção das estruturas que compõem os cascos. Energia, aminoácidos, macro e microminerais, vitaminas, oxigênio e água são fundamentais para sua formação e manutenção (TOMLINSON et al., 2004; KOFLER, 2017). Aditivos ou contaminantes presentes na dieta, bem como as práticas alimentares, também podem interferir na integridade dos cascos.

### 18.4.1. Proteína e aminoácidos

Aminoácidos sulfurados como cisteína e metionina são importantes para os processos de queratinização (TOMLINSON et al., 2004; MUELLING, 2009). A cisteína compõe a lâmina

epidermal parcialmente queratinizada e estabelece o envelope celular que proporciona a resistência e rigidez da parede celular contra a ação de enzimas proteolíticas.

Apesar do efeito da suplementação de metionina para suínos na qualidade dos cascos não ser conhecida (VAN RIET et al., 2013), há relatos de que a suplementação de metionina em níveis elevados para bovinos resultou na formação de queratina de baixa resistência, fragilizando a cápsula córnea. Isso se deve, possivelmente, pelo fato desta suplementação limitar as concentrações de cisteína e, assim, a formação das pontes dissulfeto durante a queratinização (VERMUNT; GREENOUGH, 1995; VAN RIET et al., 2013).

Assim, deve-se atentar para o ajuste adequado dos níveis de proteína e/ou aminoácidos, especialmente considerando características das fases de produção. Porcas em fase final de gestação e pós-parto imediato, por exemplo, em função da redução no consumo de alimentos, podem não conseguir o aporte de proteína necessário para atender a demanda dos processos fisiológicos. Essa possível oferta reduzida de proteína interfere negativamente na produção da queratina, com consequente fragilização do tecido córneo (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013) e favorecendo o desenvolvimento de lesões.

## 18.4.2. Minerais

A resistência do casco, além de ser definida pelo tipo de queratina que o constitui, está relacionada com sua composição mineral. Os níveis de cálcio, fósforo, cobre e zinco são altos na queratina "dura", como na parede do casco, enquanto água, sódio, potássio e ferro estão presentes em níveis mais altos na queratina "mole", como nas almofadas plantares (ANIL et al., 2007; VAN RIET et al., 2013). Deficiências destes minerais, sejam absolutas – por suplementação nutricional insuficiente, ou relativas – por alterações nas demandas fisiológicas do organismo, podem resultar na redução da resistência do casco, predispondo-o a lesões. Assim, o balanço é crítico na suplementação nutricional dos minerais. O fornecimento excessivo de determinados minerais pode ser tão prejudicial quanto a deficiência nutricional.

O consumo insuficiente de cálcio na dieta ou a relação cálcio/fósforo inadequada reduz a disponibilidade e concentração plasmática do mineral, reduzindo sua disponibilidade aos queratinócitos. Com isso, ocorre diminuição na ação da transglutaminase epidermal, e consequente disqueratose (MÜLLING et al., 1999; TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013).

Níveis altos de selênio ou deficiência de biotina, dos aminoácidos sulfurados, cálcio e fósforo, assim como dos microminerais zinco e cobre podem contribuir para o desenvolvimento de rachaduras na parede do casco (LEAN et al., 2013).

Os microminerais zinco, manganês, cobre e selênio, principalmente, participam de vários processos enzimáticos durante a queratinização (TOMLINSON et al., 2004). O fornecimento de níveis adequados destes microminerais é fundamental, especialmente porque sua demanda aumenta durante o final da gestação e início da lactação (OSORIO et al., 2016a). A suplementação inadequada, tanto em quantidade, como em qualidade, ou a interrupção na sua difusão para os queratinócitos, resulta na produção de tecido córneo de baixa resistência, predispondo os animais ao desenvolvimento de lesões de casco e claudicação (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013).

Pouco considerado no que diz respeito à integridade do casco, o cromo é micromineral essencial por ser cofator na ativação da insulina e, assim, presente no metabolismo da glicose. Se a absorção da glicose é prejudicada, pode haver redução no seu fluxo derme-epiderme, o que prejudica a produção e resistência dos tecidos queratinizados (VAN RIET et al., 2013).

### 18.4.3. Vitaminas

As vitaminas A, D, E e biotina, principalmente, exercem um papel importante na integridade dos cascos. A vitamina A é demandada durante os processos de diferenciação celular (MUELLING, 2009; VAN RIET et al., 2013). As vitaminas D e E também participam dos processos de produção dos tecidos queratinizados (TOMLINSON et al., 2004).

A biotina é possivelmente a vitamina de maior importância no processo de queratinização e a que recebeu maior atenção no meio científico em relação à saúde dos cascos dos suínos (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013). Trata-se de uma vitamina hidrossolúvel do complexo B, requerida no processo de queratinização e essencial para a produção da substância cimentante intercelular (MÜLLING et al., 1999; VAN BARNEVELD & VANDEPEER, 2008), que promove a adesão celular e, assim, a flexibilidade e impermeabilidade do casco.

O milho e o farelo de soja, bases das dietas de suínos no Brasil, apresentam bons níveis de biotina de alta biodisponibilidade (MISIR; BLAIR, 1988; BAKER, 1995; ROWLES, 2001). Assim, com a suplementação recomendada nas tabelas nutricionais (DSM Vitamin Supplementation Guidelines 2016 for animal nutrition, 2016), tem-se níveis adequados de biotina para os processos fisiológicos, incluindo a produção da substância cimentante intercelular dos cascos. A inclusão de níveis além dos recomendados, nas condições apontadas, não apresenta benefícios quanto à qualidade e saúde dos cascos, podendo, inclusive, ter efeitos negativos (BÁEZ-SALDAÑA et al., 2009).

Níveis elevados de ácido fólico podem interferir negativamente na síntese de tecidos queratinizados, além de outros processos fisiológicos dependentes de zinco, em função do seu efeito inibitório na absorção de zinco oriundo de fontes inorgânicas ou que utilizam vias convencionais de absorção (SAUER et al., 2017).

### 18.4.4. Água

A água é necessária para todas as funções metabólicas e seu fornecimento em volumes e qualidade adequados é indispensável. Aspectos como palatabilidade, pH, composição mineral e quantidade de sólidos dissolvidos podem interferir no processo de formação do tecido queratinizado (KRAMER et al., 2015b, 2018).

Os SDT (sólidos dissolvidos totais) são responsáveis, dentre outras coisas, pela salinidade e dureza da água de bebida. Níveis elevados alteram negativamente a palatabilidade da água, prejudicam seu consumo e, conseqüentemente, o desempenho dos animais (MORGAN, 2011), além de estarem correlacionados com o sobrecrecimento dos cascos (KRAMER et al., 2018).

Dos sólidos dissolvidos na água, níveis elevados de determinados elementos podem interferir na absorção de outros (ATKINSON et al., 1993; PATTERSON et al., 2008), prejudicando a disponibilidade dos mesmos para os processos fisiológicos dos quais participam, da adequada função do sistema imune (OSORIO et al., 2016b; GAMMOH; RINK, 2017) e, finalmente, da formação dos tecidos queratinizados. A redução do fluxo adequado de nutrientes, especialmente os minerais cálcio, zinco, cobre e manganês, e as vitaminas A, D, E e biotina para as células epidermais produtoras de queratina, resulta na produção de tecido córneo de qualidade inferior (TOMLINSON et al., 2004), predispondo-o a processos inflamatórios. A inflamação crônica do córion, assim como a laminite resultante de inflamação sistêmica, resulta em aumento na atividade metabólica e aceleração do crescimento da parede córnea do casco (GUIMARAES et al., 2008; OSSENT, 2010) que, por sua vez, é de qualidade inferior.

### 18.4.5. Ractopamina (e outros agonistas beta-adrenérgicos)

Apesar de ainda não estarem claros os efeitos da ractopamina (e demais agonistas beta-adrenérgicos) na ocorrência de claudicação e lesões nos cascos (RITTER et al., 2017), alguns trabalhos demonstraram que há relação entre fornecimento destes aditivos aos suínos e comprometimento locomotor (PENNY et al., 1994; POLETTO et al., 2009).

Um experimento (POLETTO et al., 2009) avaliando 64 animais destinados ao abate, divididos em dois tratamentos – 1. Controle, sem adição de ractopamina; e 2. Tratamento, com adição de ractopamina, sendo 5 ppm, por duas semanas, seguido de 10 ppm, nas duas semanas finais prévias ao abate, abatidos com 117,8 e 122,6, respectivamente, demonstrou que os animais que receberam ractopamina tiveram 61% mais lesões nos cascos dos membros pélvicos em comparação com os animais que não tiveram a suplementação.

Anteriormente, outro trabalho (PENNY et al., 1994) avaliando efeitos da suplementação do salbutamol para suínos destinados ao abate, em níveis entre 0,5 e 5,0 ppm por diferentes períodos, demonstrou que, quando o salbutamol foi fornecido de 1 a 5 ppm, por até 28 dias, houve aumento da frequência e severidade das lesões nos cascos dos animais ao abate, sendo a severidade proporcional à dose suplementada.

Assim, há que se considerar o potencial da ractopamina e demais agonistas beta-adrenérgicos interferirem negativamente na queratinização e cornificação dos cascos, predispondo os animais ao desenvolvimento de lesões nos cascos (POLETTO et al., 2009).

### 18.4.6. Micotoxinas

Níveis elevados de micotoxinas no alimento fornecido aos suínos contribuem para a ocorrência de claudicação e acredita-se terem efeito direto na saúde dos cascos, assim como interferirem na absorção e utilização de outros nutrientes (KARRIKER, 2013).

Estudos realizados em vacas demonstraram que a ingestão de alcalóides de ergot, micotoxina comumente encontrada no trigo, triticale e aveia, pode levar à claudicação, inflamação e necrose tecidual dos cascos e extremidades distais dos membros, em função da vasoconstrição que compromete negativamente o fluxo sanguíneo aos tecidos. Casos menos graves podem resultar em deformação e descamação dos cascos (LEAN et al., 2013).

A fumonisina está associada em suínos com alterações na função cardiovascular, que resultam normalmente em edema pulmonar, devido à insuficiência cardíaca aguda do lado esquerdo (SMITH, 2000). Estudo recente (REISINGER et al., 2016) in vitro, utilizando células explantadas de cascos de cavalos, sugeriu que a fumonisina pode levar à apoptose celular, além de induzir a processo inflamatório que, por sua vez, causa a destruição do tecido lamelar e diminui a resistência do casco.

### 18.4.7. Práticas alimentares

O aumento do peso corporal dos animais, seja pelo rápido crescimento ou devido à gestação, aumenta a pressão exercida por unidade de área do casco, o que, por sua vez, aumenta a possibilidade de desenvolvimento de lesões. Isto pode explicar a maior ocorrência de lesões na almofada plantar e na parede do casco de porcas no final de gestação (ANIL et al., 2007).



Por outro lado, um estudo (CADOR et al., 2014) que analisou os fatores de risco associados a problemas locomotores em porcas gestantes observou que o fornecimento de menos de 3,1 kg diários de ração para leitoas durante o último mês de gestação está associado a problemas locomotores. Além disso, o fornecimento de menos de 1.200 kg anuais de ração por porca também parece aumentar o risco de ocorrência de lesões no aparelho locomotor. Isto se deve, possivelmente, ao fato de que quantidades menores de alimento fornecido durante a fase final de gestação podem não atender as necessidades nutricionais do período, que incluem o desenvolvimento fetal, preparação para lactação, manutenção da condição corporal e, no caso das leitoas, do crescimento.

## 18.5. BIOMECÂNICA DO DESLOCAMENTO

Quando caminham espontaneamente em condições normais, os suínos movimentam-se de maneira confiante. Neste caso, a marcha caracteriza-se pela alternância simétrica entre fases de apoio em dois ou três membros, com alta taxa de diagonalidade no apoio dos membros e com baixa variação nos parâmetros de movimento, como distância, tempo de balanço, apoio e elevação da passada (VON WACHENFELT et al., 2009).

Ao caminhar, o corpo deve manter equilíbrio, estabelecendo uma nova base de apoio a cada passo. Para garantir a estabilidade máxima, busca-se retornar e manter o centro de gravidade centralizado sobre a base de suporte ao longo do movimento. Em geral, quanto maior o atrito entre a superfície de suporte e as partes do corpo em contato com ele, mais estável é o corpo (APPLEGATE et al., 1988).

Em um movimento normal, a almofada plantar faz o primeiro contato com o piso. A partir de então, o peso é gradual e igualmente distribuído entre as estruturas das duas unhas, ainda que os suínos tenham a tendência de apoiar mais peso nas unhas laterais, sobrecarregando a almofada plantar deste dígito (WEBB, 1984). Enquanto as almofadas plantares reduzem o impacto da pressão decorrente da passada, o peso é gradualmente transferido para a sola, exercendo pressão sobre a parede do casco. A junção entre almofada plantar e sola e a linha branca mantém as estruturas unidas e íntegras. No interior da cápsula córnea, o aparato de sustentação constituído de colágeno e a almofada plantar, de gordura, protegem a derme (BERGSTEN, 2003; MÜLLING; GREENOUGH, 2006).

A **Figura 2** a seguir apresenta as áreas na face plantar dos cascos que suportam maior pressão quando o animal se encontra em pé.

**Figura 2.** Diagrama da face plantar de um casco do membro pélvico de um suíno, evidenciando áreas de pressão (vermelho: maior pressão; laranja: pressão intermediária). Adaptado de WEBB, 1984.



Para manter o controle do movimento ao caminhar, os suínos alteram sua marcha de acordo com as condições do piso, reduzindo velocidade e a diagonalidade de apoio, empregando maior quantidade de fases de suporte em três membros, bem como encurtando o comprimento da passada e prolongando o tempo em uma mesma posição (THORUP et al., 2007; VON WACHENFELT et al., 2009). Em condições de piso sujo, por exemplo, animais com peso médio de 113 kg diminuíram a velocidade em 20%, diminuíram o tamanho do passo em 16% e aumentaram o tempo parados em 16%, quando em comparação com piso limpo (VON WACHENFELT et al., 2008).

Quando há dor em algum dos membros, ocorrem mudanças no comportamento do animal e na maneira de caminhar ou manter-se em estação. Uma pesquisa utilizando sistema automatizado de avaliação de claudicação (PLUYM et al., 2013), em que mediu-se a pressão exercida por cada membro individualmente, demonstrou que porcas com dor em um dos membros apoiam-se menos no membro dolorido, exercendo maior esforço do membro contralateral. Além disso, porcas com claudicação mostram-se passivas, permanecendo mais tempo deitadas e com menor comportamento exploratório que porcas saudáveis (ALA-KURIKKA et al., 2017).

## 18.6. LESÕES NOS CASCOS

As lesões nos cascos estão entre as principais causas de claudicação dos suínos, sendo a causa primária em porcas. A identificação das lesões e a compreensão do seu desenvolvimento possibilita a adoção de medidas de controle e prevenção (OSSENT, 2010). Elas são classificadas seguindo critérios primeiramente descritos por Gjein & Larssen (1995) e posteriormente adaptados por outros autores e padronizados em guias de classificação de lesões.

De maneira geral, os guias de classificação consideram sete principais lesões, relacionadas abaixo e categorizadas em escores 0, sem lesões, e de 1 a 3, com aumento da severidade da lesão (DEEN et al., 2009; KRAMER et al., 2015b):

1. Crescimento e erosão da almofada plantar
2. Rachadura na junção entre almofada plantar e sola
3. Lesão na linha branca
4. Rachaduras horizontais na parede do casco
5. Rachaduras verticais na parede do casco
6. Crescimento excessivo das unhas ou diferença de tamanho entre elas
7. Crescimento excessivo ou ausência das unhas acessórias

A origem das lesões nos cascos é multifatorial e normalmente associada a três fontes principais: inflamação, trauma e baixa qualidade do tecido córneo, associada a fatores mecânicos (ver **Figura 3** a seguir).

A identificação visual das lesões na superfície da cápsula córnea nem sempre reflete a realidade, já que elas frequentemente são visíveis semanas ou meses após a agressão inicial ou deficiência nutricional. Da mesma forma, lesões profundas muitas vezes não são visíveis (OSSENT, 2010).

## 18.6.1. Inflamação

A inflamação é uma resposta rápida e coordenada do organismo a infecções ou agressões que leva à migração de células de defesa aos tecidos infectados ou agredidos (BROOM; KOGUT, 2018). Trata-se de um processo inato com objetivo de controlar a injúria, ativar a imunidade adaptativa, reparar o tecido lesado e retorná-lo à sua função normal (BARTON, 2008) e que deve acontecer de maneira rápida, direcionada e eficaz (BROOM; KOGUT, 2018). No entanto, algumas situações levam ao descontrole ou a uma resposta imune excessiva com consequências indesejadas, como disfunção do sistema imune, desvio de nutrientes, dano tecidual, sepse, falência de órgãos ou, ainda, morte (BARTON, 2008; BROOM; KOGUT, 2018).

O incentivo contínuo para aumento da produtividade e da eficiência produtiva, bem como os sistemas produtivos atuais, têm levado os animais a situações crônicas de estresse. Condições estressoras internas ou externas resultam em processo inflamatório, que tende a ser crônico, e disfunção imune (MAES et al., 2009; BROOM; KOGUT, 2018).

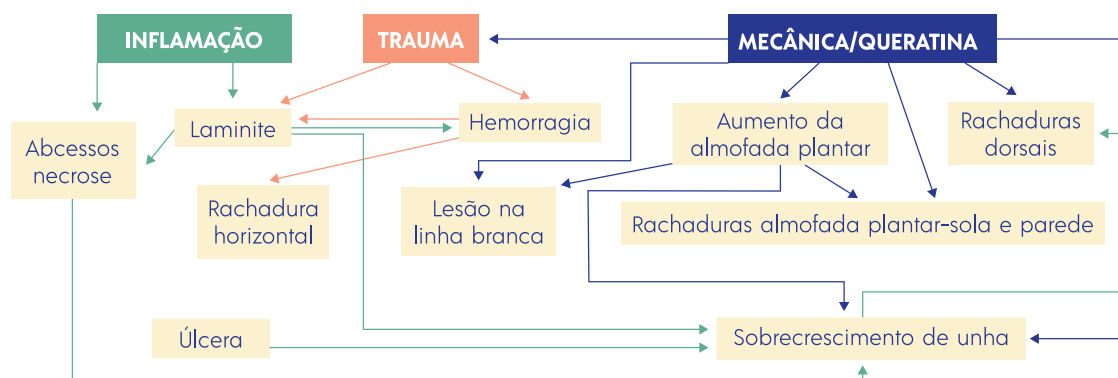
Os radicais livres associados à inflamação aguda ou crônica, bem como seus mecanismos de controle, impactam negativamente a integridade e função vascular. Como resultado ocorre disfunção endotelial, com comprometimento do tônus vascular, trombose e remodelação dos vasos (GEIGER et al., 2017). Nos cascos, estas alterações vasculares levam à hipóxia do córium, prejudicam o processo de queratinização ou formação da queratina e resultam na produção de tecido córneo de baixa qualidade e resistência nos cascos (BUDRAS et al., 1996; TOMLINSON et al., 2004; OSORIO et al., 2012) (**Figura 3**).

Córium (derme) e cápsula córnea (epiderme) são reservatórios de importantes quantidades de mediadores inflamatórios, como citocinas pró e antiinflamatórias, fatores de crescimento e receptores que regulam a homeostase da epiderme. Distúrbios na expressão destes mediadores inflamatórios alteram a proliferação dos queratinócitos e os processos de queratinização e cornificação (MILLS et al., 2009). Assim, fica evidente que alterações sistêmicas têm impacto na qualidade e integridade dos cascos. Da mesma forma, processos inflamatórios locais, como a laminite, podem resultar em lesões nos cascos (GUIMARAES et al., 2008; OSSENT, 2010).

Abcessos ou necrose focal resultam em ulcerações na almofada plantar ou sola, especialmente quando a produção de tecido córneo foi interrompida ou prejudicada por longo período (OSSENT, 2010).

Coriose, termo que melhor descreve a inflamação de todas as áreas do córium, está relacionada com o crescimento acelerado da parede do casco. Como decorrência da inflamação ocorre alteração do fluxo vascular e o processo de queratinização é prejudicado, resultando na formação de uma cápsula frágil e deformada (SHEARER et al., 2015).

**Figura 3.** Etiologia das lesões de casco: interação entre inflamação, trauma e relação qualidade da queratina e fatores mecânicos no desenvolvimento das lesões de casco mais comuns. Adaptado de OSSENT, 2010; ©Zinpro Corporation.



Na inflamação crônica, em decorrência do crescimento anormal da cápsula córnea, ela pode "descamar" e apresentar rachaduras, hemorragias e coloração irregular evidentes (OSSENT, 2010). Em condições subclínicas, o tecido córneo produzido é de baixa resistência, com coloração variável e marcas avermelhadas decorrentes de transudato extravascular durante o processo de queratinização (SHEARER et al., 2015; SHEARER; VAN AMSTEL, 2017b).

Laminite, por sua vez, descreve o processo inflamatório da lâmina, que resulta na separação do córium e da cápsula córnea e, conseqüentemente, na rotação da terceira falange (GUIMARAES et al., 2008; SHEARER et al., 2015). Nos casos de laminite decorrente de condição sistêmica, é comum que os quatro membros sejam acometidos. Isso pode estar associado a desequilíbrios metabólicos, como complicações durante a gestação, parto ou lactação. Em casos agudos, a parede do casco pode apresentar-se rosa-avermelhada em decorrência de hiperemia e inflamação do córium (OSSENT, 2010).

Como a inflamação resulta na produção de queratina de qualidade, outras estruturas do casco, como almofada plantar e linha branca, são fragilizadas, podendo apresentar rachaduras.

Doenças infecciosas, como as causadas pelo Senecavírus (ou outras doenças vesiculares), também resultam em lesões nos cascos e claudicação. Animais infectados pelo Senecavírus podem apresentar vesículas íntegras ou rompidas na banda coronária dos cascos, com formas de crostas, descamação e hiperqueratinização da pele. Em casos severos, o processo inflamatório pode ser extremo, comprometendo o aparato de sustentação da cápsula córnea, resultando em sua perda completa.

## 18.6.2. Trauma

A produção intensiva, os manejos proporcionados, as instalações em que os animais são mantidos e a interação entre eles podem levar a lesões traumáticas. O trauma físico, causado por fatores como piso ou superpopulação, pode resultar em múltiplas lesões nos cascos, provocando dor e claudicação (OSSENT, 2010).

Quando mal dimensionado ou danificado, o piso ripado, por exemplo, favorece o desenvolvimento de rachaduras horizontais na parede ou lesões na banda coronária. Nestes

casos, normalmente uma unha está afetada. A medida que a unha cresce, a rachadura se desloca em direção distal.

As hemorragias são resultado de trauma na cápsula córnea, com acúmulo de sangue ou formação de hematomas entre a cápsula córnea e o córium (BRADLEY et al., 2007).

As consequências do trauma repetido nas unhas geram irregularidades no formato de ondulações horizontais na parede do casco, paralelas à banda coronária. Isto se deve à interrupção ou diminuição na produção córnea, podendo haver relação com coriose ou laminite, especialmente quando vários membros estão afetados (OSSENT, 2010).

A amputação parcial ou total das unhas principais ou acessórias também são comuns e estão normalmente associadas ao "aprisionamento" da unha em irregularidades do piso, no vão do piso ripado ou entre barra do piso ripado metálico (ver **Figura 4** a seguir).

**Figura 4.** (A) Dígito acessório lateral do membro pélvico direito de uma porca com cápsula córnea "arrancada"; (B) Cápsula córnea aprisionada entre barras do piso ripado metálico.



Lesões consecutivas que afetam a mesma área do casco, especialmente associadas a sobrecarga ou tensão excessiva, causam hemorragias e acúmulo de sangue na junção derme-epiderme na sola e na almofada plantar. Isto promove atraso na produção de tecido córneo. O coágulo formado é gradualmente substituído por camadas de tecido córneo e mostra-se de coloração vermelha a preta. Quando o fluido é absorvido, forma-se uma fenda que resulta em dupla sola ou almofada plantar. Esta separação, se atinge o córium, pode resultar em infecção bacteriana e, assim, pododermatite. Com o tempo, seguindo o crescimento do casco em direção à ponta do casco, esta fenda se fecha, possibilitando a fusão das duas camadas de tecido (OSSENT, 2010).

### 18.6.3. Baixa qualidade do tecido córneo, associado a fatores mecânicos

Quando há ativação do sistema imunológico, ocorre repartição nutricional para atender a resposta de defesa. Ao mesmo tempo, os mediadores inflamatórios promovem redução de apetite, contribuindo na disponibilidade de nutrientes para a produção, e induzem

catabolismo em vários tecidos (BROOM; KOGUT, 2018). Ainda, e considerando o que foi mencionado anteriormente, a produção intensiva e a busca por maior produtividade promove uma condição de estresse nos animais, com aumento de demanda nutricional. Entre os primeiros tecidos afetados por esta redistribuição nutricional e catabolismo, estão os tegumentos. Consequentemente, é produzido tecido queratinizado de baixa qualidade. Estas condições, especialmente quando crônicas, resultam em perda da qualidade e resistência dos epitélios, incluindo os tecidos queratinizados. Assim, cascos se tornam frágeis e sujeitos a lesões com maior facilidade.

Isolar as causas das lesões é difícil, porque são normalmente multifatoriais. Traumas subsequentes, por exemplo, resultam na formação de tecido de menor resistência, em um primeiro momento, favorecendo novas lesões.

A presença de umidade, como quando os animais são mantidos em baias com lâmina d'água, diminui a resistência da queratina (BORDERAS et al., 2004), especialmente a queratina mole, levando ao desenvolvimento de lesão na linha branca.

Pisos abrasivos favorecem o desgaste da almofada plantar. Como consequência fisiológica, a epiderme promove hiperqueratinização, como em um calo. No entanto, esta agressão constante leva ao sobrecrecimento e perda da flexibilidade da almofada plantar, promovendo contínuo aumento da pressão exercida nesta área, especialmente no dígito lateral. Assim, com o tempo, a unha medial perde contato com o solo e não oferece superfície de apoio, resultando em um ciclo vicioso de sobrecarga da almofada plantar ao ponto do animal suportar aproximadamente 1/4 do seu peso em uma superfície de 9 cm<sup>2</sup> (OSSENT, 2010).

Cascos de baixa qualidade não suportam a distribuição de forças ao longo do deslocamento, resultando em rachaduras verticais da parede - da extremidade plantar em direção à banda coronária, separação da junção entre almofada plantar e sola ou lesão na linha branca. As fissuras profundas, que atingem o córium, podem resultar em inflamação e promover acesso a infecção.

## 18.7. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DO PISO E SUA RELAÇÃO COM O APARELHO LOCOMOTOR

A qualidade do piso é fundamental para o bem-estar dos animais e tem relação direta com a saúde dos cascos e do aparelho locomotor (ver **Tabela 3** a seguir).

Cada fase da produção tem suas demandas quanto às características do piso, incluindo conforto térmico, dureza, atrito, abrasividade, superfície de apoio, pressão de contato e capacidade de limpeza (KRONEMAN et al., 1993; BARNETT et al., 2001; NILSSON, 2005; VERMEIJ; VERMEER, 2011).

O piso ideal deve minimizar condições de desconforto, lesões ou infecções, além de ser resistente à interação com os animais e seu manejo (APPLEGATE et al., 1988). Deve atender às necessidades de atrito específicas de cada fase da produção, de maneira a promover o adequado desgaste dos cascos e não ser liso que permita escorregões, possibilitar o manejo de limpeza sem demandar excesso de mão-de-obra e ser resistente e de fácil manutenção.

Pela natureza do sistema intensivo de produção de suínos, o piso sofre agressão intensa. A qualidade dos materiais utilizados na construção, presença constante de umidade e de dejetos, a agressão decorrente dos ácidos provenientes da fermentação do alimento e o atrito constante, resultado da presença dos animais, assim como a manutenção do piso, determinam sua condição.



Desta forma, os seguintes fatores, detalhados adiante, devem ser considerados quanto à sua influência na saúde do aparelho locomotor (KRAMER, 2018):

- Tipo de piso e modelo construtivo;
- Qualidade construtiva;
- Manutenção e higiene.

**Tabela 3.** Influências das características do piso na saúde dos cascos. **Fonte:** GJEIN, 1994, apud VON WACHENFELT, 2009, VERMEER; VERMEIJ, 2014.

| <b>Condição do piso</b>                                       | <b>Efeito no casco</b>                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piso excessivamente liso, com pouca abrasividade              | Sobrecrescimento das unhas                                                                              |
| Piso escorregadio                                             | Lesões, especialmente nas unhas acessórias                                                              |
| Piso desgastado e abrasivo                                    | Alta taxa de desgaste do casco; lesões na almofada plantar; sangramento do córium; rachaduras na parede |
| Exposição de pedras e irregularidades no piso                 | Lesões, especialmente na almofada plantar                                                               |
| Presença de dejetos                                           | Fragilização do casco, favorecendo desenvolvimento de rachaduras; infecções                             |
| Piso ripado                                                   | Lesões e desenvolvimento de rachaduras                                                                  |
| Piso ripado com vãos excessivamente largos                    | Hemorragias no córium; rachaduras na parede; lesões na banda coronária                                  |
| Piso ripado com barras estreitas                              | Caminhar inseguro e hematomas no córium                                                                 |
| Piso ripado com vãos estreitos e barras excessivamente largas | Drenagem/permeabilidade insuficiente dos dejetos; risco de escorregões; caminha inseguro                |
| Degraus; diferentes níveis                                    | Lesões e desenvolvimento de rachaduras                                                                  |
| Pouca ou nenhuma cama/palha                                   | Lesões, especialmente na região posterior do casco                                                      |

## 18.7.1. Tipo de piso e modelo construtivo

Três tipos de piso são comuns na produção de suínos: compacto, ripado, parcialmente ripado. Cada um destes apresenta vantagens e desvantagens quanto ao manejo e adaptabilidade dos animais (VERMEIJ; VERMEER, 2011), especialmente considerando as diferentes fases de produção e o dimensionamento do piso.

No piso compacto, em condições normais, o peso do animal é dividido entre as unhas dos quatro membros, sendo a pressão exercida em toda a superfície de apoio. Quando no piso ripado, a pressão exercida nos cascos aumenta de maneira inversamente proporcional à largura do vão, já que a superfície de apoio diminui (WEBB, 1984), favorecendo o risco ao desenvolvimento de lesões nos cascos.

## 18.7.2. Piso ripado x piso compacto

O uso do piso ripado tem como objetivo reduzir o acúmulo de dejetos e umidade nas instalações, bem como diminuir a mão-de-obra relacionada à limpeza. No entanto,

o piso vazado oferece alguns desafios aos animais, como superfície irregular, redução da superfície de apoio, ausência de cama e bordas cortantes das vigas do ripado (KILBRIDE et al., 2009a), os quais favorecem o desenvolvimento de lesões.

Foi demonstrado (HEINONEN et al., 2006) que a probabilidade de os animais apresentarem claudicação quando criados no piso ripado é duas vezes maior em comparação com o piso compacto. Isto se deve, entre outros motivos, pelo aumento na pressão que as estruturas do casco sofrem devido à menor superfície de apoio. Os cascos também podem lesionar-se quando as unhas são menores que a largura do vão do piso ripado. Neste caso, contusões na superfície plantar e lesões na banda coronária são comuns (KILBRIDE et al., 2009a; KRAMER et al., 2015b).

Com base no peso corporal dos suínos, foi definida uma equação (WEBB, 1984) para determinação do maior percentual de vão do piso ripado, na relação com o somatório entre a largura do vão e a largura da viga. Quanto maior o percentual do vão nesta relação, maior será a tensão nos cascos, favorecendo o desenvolvimento de lesões. Para porcas, por exemplo, estabeleceu-se o percentual máximo de 50% para a largura do vão (e 50% de superfície de apoio), mas com risco de lesões na almofada plantar. Quanto maior o peso do animal, maior é a superfície de apoio necessária. Considerando essa equação, é possível definir as relações aproximadas entre largura do vão e superfície nos pisos comumente utilizados no Brasil e estabelecer recomendações de uso (ver **Tabela 4** a seguir).

Os dados apresentados deixam claro que o ripado metálico cilíndrico, especialmente, não é recomendado em função de oferecer apenas 10% de superfície de apoio, o que favorece o desenvolvimento de lesões (ver **Figura 5** a seguir).

Determinar o piso ideal para porcas e leitões na gaiola e área de maternidade é difícil, haja vista que o material utilizado na sua construção, características da superfície, área de piso compacto em relação ao piso ripado, largura do vão do ripado e manejo de limpeza têm implicações na integridade dos animais e seu conforto (BARNETT et al., 2001) e diferem consideravelmente entre as categorias animais (**Figura 6**).

**Tabela 4.** Relação proporcional entre vão e superfície de apoio dos pisos ripados mais comuns no Brasil e recomendação de uso.

| <b>Tipo de piso</b>          | <b>Vão</b> | <b>Superfície de apoio</b> | <b>Recomendação</b> |
|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|
| Ripado metálico - cilíndrico | 90%        | 10%                        | Não                 |
| Ripado metálico - Tri-bar®   | 50%        | 50%                        | Não                 |
| Ripado plástico              | 45%        | 55%                        | Sim                 |
| Ripado de ferro fundido      | 40%        | 60%                        | Sim                 |
| Ripado de concreto           | 17%        | 83%                        | Sim                 |

**Figura 5.** Superfície de apoio (seta larga) e projeção na almofada plantar no vão do ripado metálico cilíndrico (setas estreitas), devido ao remodelamento da almofada plantar à ausência de apoio, favorecendo o desenvolvimento de lesões; ©Ton Kramer.



**Figura 6.** Membro pélvico de leitão com sete dias de idade, preso entre barras do ripado metálico; 60% de vão. ©Ton Kramer.



Da mesma forma, estabelecer a melhor opção de piso para as demais categorias de produção, considerando bem-estar animal e demanda de mão-de-obra, não é simples.

Como regra geral, pode-se considerar a largura máxima do vão no piso ripado como pouco menor que a metade da largura da superfície de apoio do pé (BAXTER, 1984) ou, ainda, menor que a largura do dígito lateral do casco, de acordo com a fase de produção.

A **Tabela 5** a seguir apresenta referencial de largura dos dígitos, de acordo com a categoria animal.

**Tabela 5.** Largura dos dígitos dos suínos de acordo com a categoria de produção. **Fonte:** BRADLEY et al., 2009; VAN RIET et al., 2013, 2016, 2018; SASAKI et al., 2015.

| Idade              | Largura da unha (mm) |
|--------------------|----------------------|
| Leitões, 4 semanas | 11                   |
| Leitões, 9 semanas | 16                   |
| Leitoas            | 27                   |
| Porcas multíparas  | 29                   |

Considerando estes aspectos, as recomendações quanto aos pisos ripados relacionados na **Tabela 6** a seguir (incluindo as exigências europeias - EU Directive 2008/120/EC) devem ser consideradas na definição dos pisos.

**Tabela 6.** Dimensões recomendadas para pisos ripados, incluindo recomendações europeias para ripados de concreto, em parênteses. **Fonte:** COUNCIL DIRECTIVE 2008/120/EC, 2009; MUL et al., 2010.

| Categoria    | Peso Corporal (kg) | Ripado de Concreto |               | Ripado Plástico ou Metálico |            |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------|-----------------------------|------------|
|              |                    | Vão (mm)           | Barra (mm)    | Vão (mm)                    | Barra (mm) |
| Leitões      | até 8              | 9 ( $\leq 11$ )    | 50            | 9                           | 30 a 40    |
|              | 8 a 15             | 11 ( $\leq 14$ )   | ( $\geq 50$ ) | 11                          |            |
|              | 15 a 25            | 14 ( $\leq 18$ )   | -             | 11                          |            |
|              | 25 a 100           | 18 ( $\leq 18$ )   | 80 a 200      | 16                          |            |
|              | > 100              | 20 ( $\leq 18$ )   | ( $\geq 80$ ) | 16                          |            |
| Reprodutores |                    | 20 ( $\leq 20$ )   |               | 16                          |            |

As extremidades das barras do piso ripado devem ser arredondadas para não haver risco de lesões, especialmente na banda coronária (ver **Figura 7**).

Uma revisão analisou os efeitos dos tipos de piso na saúde e bem-estar de porcas e leitões (VERMEIJ; VERMEER, 2011). Nela foram destacados os seguintes pontos:

- Leitões demandam piso diferente das porcas; o piso dos leitões deve ser menos abrasivo que para as porcas – plástico é a melhor opção;
- Ripado de concreto é preferido pelas porcas em comparação ao ripado metálico;
- Ripado de metal não é recomendado na área dos leitões; e
- Piso ripado total pode prejudicar saúde e bem-estar das porcas

Com relação à orientação das barras do ripado nas gaiolas e áreas de caminhada, há tendência de maior ocorrência de lesões nos cascos quando elas estão perpendiculares em relação aos animais, quando em comparação com barras dispostas em paralelo aos animais (ENOKIDA; KOKETSU, 2011).

Importante ressaltar, ainda, que os animais, especialmente os destinados à reprodução, não devem ser mantidos sobre piso plástico a partir dos 25 kg de peso corporal, já que podem desenvolver lesões nos cascos, especialmente o sobrecrecimento das unhas principais, além de alterações músculo-esqueléticas devido à alteração da conformação (RAPP, 2010; VERMEER; VERMEIJ, 2014).

Assim, quando se faz opção pelo uso do piso ripado, há que se considerar os seguintes aspectos para eleição da melhor opção:

- Fase produtiva ou peso do animal;
- Área do piso ripado (total ou parcial);
- Material do piso ripado.

**Figura 7.** Banda coronária da unha acessória lesionada (seta estreita) e função da largura excessiva do vão do piso ripado, além do mal acabamento das extremidades (seta larga). O membro ainda apresenta sobrecrecimento das unhas principais e acessórias. ©Ton Kramer



### 18.7.3. Permeabilidade ou capacidade de drenagem do piso

Entende-se por permeabilidade do piso sua capacidade de drenagem de dejetos e umidade de maneira quantitativa. É calculado como sendo o percentual de aberturas do piso, com capacidade drenante, em relação à superfície total do piso (VERMEIJ et al., 2009). Instalações cujo piso é compacto têm 0% de permeabilidade, já que não há aberturas drenantes no piso. Em instalações com piso totalmente ripado, cuja largura do vão é de 2 cm e a largura das barras é de 8 cm, por exemplo, têm 20% de permeabilidade. Por outro lado, instalações com 40% de piso ripado, com as mesmas larguras de vão e barra, têm 8% de permeabilidade.

Além de determinar o acúmulo (ou não) de dejetos na área em que os animais são mantidos e, assim, o possível efeito negativo na resistência e integridade dos cascos, a permeabilidade do piso impacta na emissão de amônia, infecção por salmonela, entre outros desafios sanitários (VERMEIJ et al., 2009; VERMEIJ; VERMEER, 2011).

Uma grande revisão de literatura (VERMEIJ et al., 2009), que tomou por base o relatório da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) e suas 600 referências bibliográficas, além de outros artigos publicados, analisou características da permeabilidade do piso e apontou as seguintes conclusões:

- Para evitar o acúmulo de dejetos e suas consequências, é necessária adequada capacidade de drenagem do piso. Assim, além de observar para a largura do vão do piso ripado ou percentual de piso ripado, é fundamental atentar para a permeabilidade total do piso;
- Quanto a aspectos sanitários e de bem-estar, diferentes tipos de pisos têm efeitos diferentes. Larguras de vão maiores que 2 cm resultam em lesões nos cascos. Pisos totalmente ripados favorecem a ocorrência de claudicação e bursite, mas diminuem a incidência de outras doenças, inclusive relacionadas à salmonela;
- A partir destas conclusões, deve-se considerar as seguintes recomendações quanto à permeabilidade do piso:

- Permeabilidade total do piso deve ser considerada quando da elaboração do projeto;
- O mínimo de 12% de permeabilidade total é essencial para garantir boa drenagem dos dejetos; e
- Piso totalmente ripado apresenta a maior permeabilidade em comparação com as demais opções de piso.
- Lâmina d'água

A lâmina d'água é frequente nos sistemas de produção brasileiros. Tem como objetivos facilitar o manejo de limpeza, auxiliar no controle do calor e, ainda, melhorar a condição de bem-estar dos animais, por ser uma forma de enriquecimento ambiental (PAIANO et al., 2007; SANTOS et al., 2018). No entanto, o contato constante da umidade e dos dejetos com os cascos tem impacto negativo em sua integridade (TUBBS, 1988).

A exposição prolongada do casco à umidade reduz a dureza das estruturas cornificadas (BORDERAS et al., 2004) e promove o amolecimento da sola (GREGORY et al., 2006). Adicionalmente, a amônia produzida a partir das fezes reduz a resistência e a elasticidade do casco (GREGORY et al., 2006; HIGUCHI et al., 2009). Nestas condições, enzimas bacterianas podem degradar a queratina, favorecendo o desenvolvimento de lesões, especialmente na linha branca (ver **Figura 8** a seguir), infecção bacteriana, inflamação e dor (VAN AMSTEL, 2010; KRAMER et al., 2015a; KRAMER, 2018).

**Figura 8.** Lesão abaxial na linha branca, com projeção vertical na parede do casco de leitoa em crescimento, decorrente da presença constante de umidade (seta).



#### 18.7.4. Qualidade construtiva

A qualidade do concreto e do processo construtivo determinam a resistência e a longevidade do piso. Consequentemente, tem impacto significativo no desenvolvimento ou ocorrência de lesões nos cascos.

Os pisos de concreto devem ser suficientemente resistentes, de maneira a suportar todo o peso dos animais, equipamentos e pessoal, assim como o resultado de sua interação (BAXTER, 1984; DE BELIE et al., 2000).



Característica anti-derrapante, abrasividade, perfil da superfície e resistência são quatro fatores que contribuem no potencial de desenvolvimento de lesões nos cascos (MCKEE; DUMELOW, 1995) e são determinados quando da construção da instalação.

Apesar da importância do piso (e sua qualidade), normalmente não se dá a devida atenção ao tema, especialmente quando o concreto é produzido no local da construção. A **Tabela 7** a seguir relaciona as especificações mínimas sugeridas para concretos utilizados em construções destinadas à suinocultura. É recomendado o uso de concreto usinado para as áreas que sofrem maior agressão, em função do padrão e qualidade mais facilmente controláveis, o que pode aumentar a vida útil do piso (DE BELIE, 1997; JACOB, 2018).

### 18.7.5. Abrasividade do piso e coeficiente de atrito

Apesar de abrasividade e atrito serem conceitos diferentes, ambos estão relacionados com a tração necessária ao deslocamento dos animais e a característica antiderrapante do piso (COWAP et al., 2015). Estas características afetam tanto a maneira com que os animais caminham, como o movimento de levantar e deitar. Tem impacto, por exemplo, em porcas lactantes, por sua relação com o esmagamento de leitões (BARNETT et al., 2001).

**Tabela 7.** Especificações mínimas sugeridas para concretos em construções para suinocultura. **Fonte:** DE BELIE et al., 2000; JACOB, 2018. Legenda: Mpa - mega Pascal

| Parâmetro                                                      | Indicador             |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Resistência à compressão                                       | 40 Mpa                |
| Máxima relação água: cimento                                   | 0,45                  |
| Consumo mínimo de cimento                                      | 360 kg/m <sup>3</sup> |
| Cobrimento nominal mínimo:<br>Pisos e lajes<br>Vigas e pilares | 4,5 cm<br>5,0 cm      |

Os suínos adaptam a maneira de caminhar em superfícies potencialmente escorregadias. Para tanto, diminuem a velocidade e o tamanho da passada, aumentam o tempo de apoio e permanecem mais tempo apoiados em três membros. No entanto, quando o piso é excessivamente liso, essa adaptação não é suficiente, fazendo com que os animais escorreguem (THORUP et al., 2007; MAES et al., 2016). As superfícies escorregadias ou traumáticas são importante fator de risco no desenvolvimento de lesões. Em vacas, destaca-se sua relação com lesões na linha branca (ENDRES, 2017).

A abrasividade está também relacionada com o desgaste dos cascos e com lesões de pele. Em leitões, a abrasividade do piso é causa comum de abrasões e ulcerações da pele, porta de entrada para infecções, que podem resultar em artrite infecciosa (ZORIC et al., 2009; QUINN et al., 2013).

Pisos de concreto novos ou desgastados ao longo do tempo são normalmente ásperos e abrasivos. Consequentemente, podem rapidamente desgastar o delicado tecido córneo e a pele dos cascos e pés de leitões recém-nascidos, causando claudicação aguda (ZORIC et al., 2008; KILBRIDE et al., 2009a; ZORIC et al., 2009).

A adequada manutenção do piso e o uso de cama de maravalha, por exemplo, são importantes na prevenção das lesões de pele e cascos, bem como da claudicação em leitões lactentes (ZORIC et al., 2009), uma vez que estes demandam pisos menos abrasivos que suas mães.

Pisos demasiadamente abrasivos podem também desgastar excessivamente os cascos de animais adultos, alterando sua conformação e aprumos, e resultar em outros problemas articulares e músculo-esqueléticos. Por outro lado, pisos lisos, de baixa abrasividade, além de favorecerem escorregões por seu baixo coeficiente de atrito, proporcionam desgaste insuficiente dos cascos dos animais adultos, levando ao sobrecrecimento das unhas principais e conseqüentes complicações articulares e músculo-esqueléticas.

O coeficiente de atrito é resultado da adesão – tendência de duas superfícies manterem contato – e da histerese – capacidade de uma superfície manter deformação causada por irregularidades na outra superfície (APPLEGATE et al., 1988; MCKEE; DUMLOW, 1995; COWAP et al., 2015). Cada material utilizado na construção do piso, por suas características, tem coeficientes de atrito específicos e que se alteram conforme a presença de umidade ou outros agentes lubrificantes (como os dejetos). Uma pesquisa analisou diferentes tipos de piso usados na suinocultura (PEDERSEN; RAVN, 2008). Entre outras características, foram avaliados os coeficientes de atrito de pisos de concreto, compacto e ripado, assim como ripados plásticos e de ferro fundido disponíveis no mercado e com adaptações. A **Tabela 8** a seguir apresenta os dados obtidos.

Quanto maior o coeficiente de atrito do piso, maior é sua capacidade antiderrapante (MCKEE; DUMLOW, 1995). Foi estabelecido que, na produção animal, o coeficiente de atrito dos pisos entre 0,5 e 0,7 é seguro. Coeficientes abaixo de 0,5 são potencialmente escorregadios ou instáveis, enquanto coeficientes acima de 0,7 podem ser excessivamente abrasivos (THORUP et al., 2007; apud PEDERSEN; RAVN, 2008). Com isso, e considerando a **Tabela 8**, entende-se que pisos plásticos e de ferro fundido, por seu menor coeficiente de atrito, são mais lisos, predispondo os animais a escorregões em comparação aos pisos de concreto. Além disso, em função da menor abrasividade, pisos plásticos e de ferro fundido favorecem o sobrecrecimento das unhas.

**Tabela 8.** Coeficientes de atrito médios, máximos (em parênteses) e ideais (em negrito) de diferentes tipos de piso, em diferentes condições. **Fonte:** adaptado de PEDERSEN; RAVN, 2008.

| Material                                                  | Tipo     | Vão (mm) | Barra (mm) | Coeficiente de atrito |             |             |
|-----------------------------------------------------------|----------|----------|------------|-----------------------|-------------|-------------|
|                                                           |          |          |            | Seco                  | Úmido       | Óleo        |
| Plástico, comercial                                       | Ripado   | 10       | 10         | 0,49 (0,55)           | 0,43 (0,47) | 0,24 (0,29) |
| Plástico, comercial, com areia incorporada à superfície   | Ripado   | 10       | 10         | 0,71 (0,91)           | 0,79 (0,96) | 0,77 (0,92) |
| Plástico, comercial, com faixas de borracha na superfície | Ripado   | 10       | 10         | 0,38 (0,81)           | 0,30 (0,58) | 0,26 (0,44) |
| Concreto                                                  | Compacto | -        | -          | 0,47 (0,58)           | 0,50 (0,59) | 0,50 (0,60) |
| Concreto, barras curtas                                   | Ripado   | 81       | 19         | 0,67 (0,83)           | 0,73 (0,86) | 0,61 (0,70) |
| Concreto, barras longas                                   | Ripado   | 81       | 19         | 0,71 (0,77)           | 0,70 (0,76) | 0,51 (0,65) |
| Concreto, barras longas, com maior abrasividade           | Ripado   | 81       | 19         | 0,73 (0,95)           | 0,77 (0,93) | 0,59 (0,92) |
| Ferro fundido, comercial                                  | Ripado   | 11       | 10         | 0,49 (2,91)           | 0,44 (2,50) | 0,48 (2,51) |
| Ferro fundido, comercial, polido                          | Ripado   | 11       | 10         | 0,44 (2,32)           | 0,49 (2,00) | 0,48 (2,18) |
| Ferro fundido, comercial, com ranhuras adicionais         | Ripado   | 11       | 10         | 0,55 (2,18)           | 0,56 (1,94) | 0,50 (2,47) |

## 18.7.6. Elasticidade do piso ou capacidade de absorção de impactos

A elasticidade do piso tem a ver com sua capacidade de absorção de impactos como, por exemplo, a pressão exercida pelos cascos dos animais quando estão em estação ou em deslocamento. Esta pressão resulta em estresse biomecânico sobre as estruturas anatômicas (MAES et al., 2016), podendo resultar no desenvolvimento de lesões, especialmente quando a estrutura do casco está fragilizada (OSSENT, 2010; KRAMER et al., 2015b). Esta característica depende da dureza do material que constitui o piso, bem como sua estrutura de suspensão (PEDERSEN; RAVN, 2008).

Pisos ripados de concreto tem, normalmente, elasticidade muito baixa, enquanto pisos plásticos são mais elásticos, denotando maior capacidade de absorção de impactos (PEDERSEN; RAVN, 2008).

## 18.7.7. Pisos novos

Atenção especial deve ser dada às novas instalações, principalmente quanto aos pisos novos. Relatos de lesões de casco em leitoas de granjas recém-alojadas são comuns, resultando em descarte precoce de animais, especialmente no primeiro ano de uso das instalações. Consequentemente, o desempenho reprodutivo e as metas de produção planejadas não são alcançadas.

Estas lesões nos cascos estão associadas à abrasividade excessiva do piso (ZORIC et al., 2008; SHEARER; VAN AMSTEL, 2017a) (ver **Figura 9** a seguir) e à fina suspensão de hidróxido de cálcio que se forma sobre a superfície, decorrente do processo de cura do concreto (DE BELIE et al., 2000; KOFLER, 2017).

**Figura 9.** Projeções do concreto em piso novo, excessivamente abrasivo, responsável pelo desenvolvimento da "doença do concreto novo". ©Ton Kramer



A soma destes dois fatores promove nos animais uma condição conhecida como "doença do concreto novo" (BARNES, 1989; VAN AMSTEL; SHEARER, 2008; GREGORY, 2011; WENDT, 2011; KRAMER, 2018).

Ao longo do processo de cura do concreto, leva algum tempo para que o hidróxido de cálcio do cimento seja convertido em carbonato de cálcio pela reação com o dióxido de carbono presente no ar. O hidróxido de cálcio, de alcalinidade elevada ( $\text{pH} > 12$ ), quando em contato com os cascos e com a pele dos animais, promove ação queratolítica nas estruturas epidérmicas, fragilizando-as. Assim, e considerando a maior abrasividade do piso e consequente maior desgaste dos cascos, o desenvolvimento de lesões é intensificado (GREGORY, 2011; KRAMER, 2018).

Como forma de diminuir o risco do problema, duas medidas podem ser adotadas antes do alojamento dos animais:

- Fazer raspagem do piso para remover ou diminuir a altura das microprojeções do concreto (MCGLONE; SWANSON, 2010);
- Aplicar aditivo para neutralizar o hidróxido de cálcio, como silicato de sódio, fluossilicato de magnésio e zinco, carbonato de sódio (barrilha) ou carbonato de potássio (BARNES, 1989; DE BELIE et al., 2000; WENDT, 2011; JUSTNES, 2015).

### 18.7.8. Manutenção

Quando se refere à manutenção do piso, há que se considerar dois aspectos importantes: 1) conservação da estrutura, de maneira a garantir sua integridade e; 2) limpeza e higiene das instalações. Ambos têm importância na vida útil do piso, assim como no potencial de causar lesões nos animais.

### 18.7.9. Conservação do piso

A interação dos animais com o piso, assim como os constituintes do alimento associados à umidade, os sistemas de alimentação e a presença de dejetos favorecem o desgaste do piso. Os agentes mais agressivos para os materiais cimentícios decorrentes da produção animal incluem ácidos orgânicos, amônia,  $\text{CO}_2$  e diferentes sais, principalmente de enxofre, cloretos e fósforo (BERTRON et al., 2017). Estes agentes atuam na matriz do cimento, degradando-o e, assim, expõem o agregado do concreto, normalmente pedra britada. Em situações crônicas de degradação, todo concreto é desgastado, expondo os animais a situação de risco grave, favorecendo o desenvolvimento de lesões.

No piso ripado de concreto, essa agressão promove a exposição da armação metálica, o que reduz sua resistência (ver **Figura 10** a seguir) e resulta na quebra do piso.

Pisos de concreto antigos tendem a se tornar mais ásperos. No piso ripado de concreto, as bordas das vigas tornam-se irregulares e a largura do vão aumentada, expondo os animais a possíveis lesões (DE BELIE, 1997; PLUYM et al., 2013).

**Figura 10.** Piso ripado de concreto evidenciando degradação do concreto, com exposição do agregado e estrutura metálica e perda de resistência. ©Ton Kramer



Apesar de a água, por si só, ser pouco agressiva ao piso, ela é necessária para o transporte das substâncias agressivas através dos poros do concreto. Resíduos de alimento, quando úmidos, fermentam. O ácido decorrente deste processo, ainda que de pH levemente ácido, ao longo do tempo promove a degradação do concreto (DE BELIE, 1997). Em situações crônicas, toda espessura do piso acaba por ser removida (ver **Figura 11** a seguir).

Pisos de outros materiais, como os ripados plásticos ou metálicos, também se deterioram ao longo do tempo, proporcionando oportunidades para os animais lesionarem-se. Além disso, pisos danificados e ásperos são mais difíceis de serem limpos e desinfetados, o que favorece a proliferação de biofilme e de possíveis agentes causadores de doenças (TUBBS, 1988).

Desta forma, independente da categoria animal e do tipo do piso, ele deve ser reparado prontamente quando o dano é identificado. A adoção de práticas adequadas de limpeza são fundamentais na prevenção de lesões nos cascos (PLUYM et al., 2013).

**Figura 11.** Concreto degradado na região do comedouro, expondo animais ao risco de lesões. ©Ton Kramer.



## 18.7.10. Limpeza e higiene

Como mencionado anteriormente, os suínos mudam a biomecânica do deslocamento em condições adversas. A velocidade de deslocamento em condições de piso limpo é maior que em piso sujo ou úmido (VON WACHENFELT et al., 2008), visto que a umidade favorece escorregões que, por sua vez, podem resultar em lesões no aparelho locomotor (KRONEMAN et al., 1993).

Granjas com condições ruins de higiene têm risco relativo 2,8 vezes maior de ter animais com claudicação que granjas limpas (VERMEER; VERMEIJ, 2014) e 4,2 vezes maior de apresentar animais com infecções nos cascos (PLUYM et al., 2013). Isso se deve ao fato de que pisos úmidos, com acúmulo de dejetos, diminuem a resistência do casco e promovem irritação crônica da queratina mole, especialmente da almofada plantar e da linha branca (WEBB, 1984; TUBBS, 1988; KRONEMAN et al., 1993).

## 18.8. CONCLUSÃO

Apesar da grande modernização ocorrida nas últimas décadas na suinocultura, não houve uma evolução na mesma proporção nos cuidados com o aparelho locomotor dos suínos. Existe ainda muito desconhecimento por parte dos produtores e dos diversos atores da cadeia produtiva sobre o impacto negativo que as afecções podais causam na produção. No quesito piso, houve uma sensível melhora na qualidade das instalações, mas ainda sem a aplicação de conceitos básicos como os discutidos nesta revisão, quer seja na qualidade do material usado, quer seja das características construtivas. Desse modo, os suínos acabam não desenvolvendo todo seu potencial e as matrizes acabam sendo descartadas precocemente.

Em um novo cenário da produção animal, em que o conceito de bem-estar deve estar integrado em todas as fases da produção, não existe espaço para o descaso e o desconhecimento acerca das lesões podais e seus impactos na qualidade de vida dos animais, além de todos os prejuízos ao sistema. Portanto, espera-se que os conceitos apresentados nesta revisão possam ser norteadores de decisões que visem a melhorar a qualidade dos cascos dos suínos.

## 18.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALA-KURIKKA, E. et al. Behavior Changes Associated with Lameness in Sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 193, p. 15-20, 2017.
- ALBERTON, G. C. et al. Doenças do aparelho locomotor. In: *Doenças dos Suínos*. 2a. ed. Goiânia: Cânone Editorial, 2012. p. 507-550.
- ANIL, L.; ANIL, S. S.; DEEN, J. Sensitivity and specificity of lameness assessment in sows. In: *American Society of Animal Science Mid-Western Sectional Meeting*, Des Moines, IA. Anais... Des Moines, IA: 2008.
- ANIL, S. S. et al. Factors Associated with Claw Lesions in Gestating Sows. *Journal of Swine Health and Production*, v. 15, n. 2, p. 78-83, 2007.
- APPLEGATE, A. L. et al. Footing and Gait of Pigs on Different Concrete Surfaces. *Journal of Animal Science*, v. 66, n. 2, p. 334, 1988.



ATKINSON, S. A. et al. A Multi-Element Isotopic Tracer Assessment of True Fractional Absorption of Minerals from Formula with Additives of Calcium, Phosphorus, Zinc, Copper and Iron in Young Piglets. *The Journal of Nutrition*, v. 123, n. 9, p. 1586-1593, 1993.

BÁEZ-SALDAÑA, A. et al. Biotin Deficiency and Biotin Excess: Effects on the Female Reproductive System. *Steroids*, v. 74, n. 10-11, p. 863-869, 2009.

BAKER, D. H. Vitamin Bioavailability. In: *Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, and vitamins*. Elsevier, 1995. p. 399-431.

BARNES, M. M. Update on Dairy Cow Housing with Particular Reference to Flooring. *British Veterinary Journal*, v. 145, n. 5, p. 436-445, 1989.

BARNETT, J. L. et al. A Review of the Welfare Issues for Sows and Piglets in Relation to Housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 52, p. 29, 2001.

BARTON, G. M. A Calculated Response: Control of Inflammation by the Innate Immune System. *Journal of Clinical Investigation*, v. 118, n. 2, p. 413-420, 2008.

BAXTER, S. *Intensive pig production: environmental management and design*. London: Granada, 1984.

BERGSTEN, C. Causes, Risk Factors, and Prevention of Laminitis and Related Claw Lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 44, n. Suppl 1, p. S157, 2003.

BERTRON, A. et al. Biodeterioration of Concrete in Agricultural, Agro-Food and Biogas Plants: State of the Art and Challenges. *RILEM Technical Letters*, v. 2, p. 83-89, 2017.

BORDERAS, T. F. et al. Claw Hardness of Dairy Cows: Relationship to Water Content and Claw Lesions. *Journal of Dairy Science*, v. 87, n. 7, p. 2085-2093, 2004.

BRADLEY, C. L. et al. Characterization of Claw Lesions Associated with Lameness in the University of Arkansas Sow Herd. *Arkansas Animal Science Department Report*, v. 2007, p. 106-110, 2007.

BRADLEY, C. L. et al. The Effects of Parity, Time, and Claw Location on Different Claw Measurements in the University of Arkansas Sow Herd over an 18-Month Period of Time. *AAES Research Series*, n. 574, p. 94-100, 2009.

BRAGULLA, H. et al. Tegumento comum. In: *Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 2.

BROOM, L. J.; KOGUT, M. H. Inflammation: Friend or Foe for Animal Production? *Poultry Science*, v. 97, n. 2, p. 510-514, 2018.

BUDRAS, K. D.; MÜLLING, C.; HOROWITZ, A. Rate of Keratinization of the Wall Segment of the Hoof and Its Relation to Width and Structure of the Zona Alba (White Line) with Respect to Claw Disease in Cattle. *Am. J. Vet. Res.*, v. 57, p. 444-455, 1996.

CADOR, C. et al. Risk Factors Associated with Leg Disorders of Gestating Sows in Different Group-Housing Systems: A Cross-Sectional Study in 108 Farrow-to-Finish Farms in France. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 116, n. 1-2, p. 102-110, 2014.

COUNCIL DIRECTIVE 2008/120/EC. *Official Journal of the European Union*, n. 2008/120, p. 05-13, 2009.

COWAP, M. J. H. et al. Contributions of Adhesion and Hysteresis to Coefficient of Friction between Shoe and Floor Surfaces: Effects of Floor Roughness and Sliding Speed. *Tribology - Materials, Surfaces & Interfaces*, v. 9, n. 2, p. 77-84, 2015.

DE BELIE, N. A Survey on Concrete Floors in Pig Houses and Their Degradation. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 66, n. 3, p. 151-156, 1997.

DE BELIE, N. et al. Durability of Building Materials and Components in the Agricultural Environment, Part III: Concrete Structures. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 76, n. 1, p. 3-16, 2000.

DE BELIE, N.; ROMBAUT, E. Characterization of Claw-Floor Contact Pressures for Standing Cattle and the Dependency on Concrete Roughness. *Biosystems Engineering*, v. 85, n. 3, p. 339-346, 2003.

DEEN, J. et al. *FeetFirst from Zinpro: Lesion Scoring Guide*. Eden Prairie, MN: Zinpro Corporation, 2009.

DSM Vitamin Supplementation Guidelines 2016 for animal nutrition. DSM, , 2016.

EHLORSSON, C.-J.; WALLGREN, P. Relation between treatment for lameness during suckling and fattening period. In: 22nd International Pig Veterinary Society Congress, Korea. Anais... Korea: IPVS, 2012.

ELLINGSON, J. S. et al. Finishing Lameness – What Do We Know? In: Search and Summary of Current Evidence, Ames, Iowa, USA. Anais... Ames, Iowa, USA: Swine Medicine Education Center, ISU, 2012.

ENDRES, M. I. The Relationship of Cow Comfort and Flooring to Lameness Disorders in Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 33, n. 2, p. 227-233, 2017.

ENOKIDA, M.; KOKETSU, Y. Floor Slat Direction Is Related to Severity of Superficial Claw Lesions on Hind Limbs in Gestating Sows, but Not Reproductive Performance and Behavior. *Journal of Veterinary Epidemiology*, v. 15, n. 1, p. 32-37, 2011.

GAMMOH, N.; RINK, L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*, v. 9, n. 6, p. 624, 2017.

GEIGER, A.; REBOLLO, M.; WILSON, M. Unlocking Solutions to Chronic Inflammation. In: International Inflammation Symposium, Rome, Italy. Anais... Rome, Italy: Zinpro Corporation, 2017.

GILLMAN, C. E. et al. A Cross-Sectional Study of the Prevalence of Foot Lesions in Post-Weaning Pigs and Risks Associated with Floor Type on Commercial Farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 91, n. 2-4, p. 146-152, 2009.

GJEIN, H.; LARSEN, R. B. Housing of Pregnant Sows in Loose and Confined Systems--a Field Study. 2. Claw Lesions: Morphology, Prevalence, Location and Relation to Age. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 36, n. 4, p. 433-442, 1995.

GREGORY, N. et al. Softening of Cattle Hoof Soles and Swelling of Heel Horn by Environmental Agents. *Food and Chemical Toxicology*, v. 44, n. 8, p. 1223-1227, 2006.

GREGORY, N. Problems Associated with Cattle Welfare. In *Practice*, v. 33, n. 7, p. 328-333, 2011.

GUIMARAES, A. M. S. et al. Laminite Em Porcas Descartadas Provenientes de Granjas Comerciais de Suínos Do Brasil. *Archives of Veterinary Science*, v. 13, n. 2, 2008.

HEINONEN, M. et al. Lameness and Fertility of Sows and Gilts in Randomly Selected Loose-Housed Herds in Finland. *Veterinary Record*, v. 159, n. 12, p. 383-387, 2006.

HEINONEN, M.; PELTONIEMI, O.; VALROS, A. Impact of Lameness and Claw Lesions in Sows on Welfare, Health and Production. *Livestock Science*, v. 156, n. 1-3, p. 2-9, 2013.

HIGUCHI, H. et al. Effects of Ammonia and Hydrogen Sulfide on Physical and Biochemical Properties of the Claw Horn of Holstein Cows. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 73, p. 15-20, 2009.

ISON, S. H. et al. A Review of Pain Assessment in Pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 3, 2016.

JACOB, J. de S. O concreto nas construções para suínos. In: SEMINÁRIO QUALIDADE DO PISO E BEM-ESTAR DOS SUÍNOS. Concórdia, SC, 5 dez. 2018.

JOHNSTON, A.; PENNY, R. Rate of claw horn growth and wear in biotin-supplemented and non-supplemented pigs. *Veterinary Record*, v. 125, n. 6, p. 130, 1989.

JUSTNES, H. How to Make Concrete More Sustainable. *Journal of Advanced Concrete Technology*, v. 13, n. 3, p. 147-154, 2015.

KARRIKER, L. A. Identifying, Treating and Preventing Lameness in Sows. National Pork Board, n. 04890-7/13, 2013.

KILBRIDE, A. et al. Impact of Flooring on the Health and Welfare of Pigs. In *Practice*, v. 31, n. 8, p. 390-395, 2009a.

KILBRIDE, A. L. et al. A Cross Sectional Study of Prevalence, Risk Factors, Population Attributable Fractions and Pathology for Foot and Limb Lesions in Prewearing Piglets on Commercial Farms in England. *BMC Veterinary Research*, v. 5, n. 1, p. 31, 2009b.

KOFLER, J. Pathogenesis and Treatment of Toe Lesions in Cattle Including "Nonhealing" Toe Lesions. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 33, n. 2, p. 301-328, 2017.

KRAMER, T. Impacto das condições do piso no desenvolvimento de lesões de casco. In: SEMINÁRIO QUALIDADE DO PISO E BEM-ESTAR DOS SUÍNOS. Concórdia, SC, 5 dez. 2018.

KRAMER, T.; ALBERTON, G. C. Prevalência de claudicação de porcas e condições das gaiolas de gestação em granjas no sul e sudeste do Brasil. In: VII Fórum Internacional de Suinocultura, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Foz do Iguaçu, PR: Animalworld, 2014.

KRAMER, T.; DONIN, D. G.; ALBERTON, G. C. Problemas locomotores em animais em crescimento: causas e consequências. In: Simpósio Internacional de Produção Suína, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Foz do Iguaçu, PR: Consuitec, 2015a.

KRAMER, T.; DONIN, D. G.; ALBERTON, G. C. Lesões de casco em reprodutoras suínas: como se manifestam e o que pode ser feito para controlar. In: Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Setor de Suínos, 2015b. p. 239-266.

KRAMER, T.; DONIN, D. G.; ALBERTON, G. C. Influência da qualidade da água no crescimento das unhas de porcas. In: Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos. 11. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Setor de Suínos, 2018. p. 254-255.

KRONEMAN, A. et al. Review of Health Problems in Group-housed Sows, with Special Emphasis on Lameness. *Veterinary Quarterly*, v. 15, n. 1, p. 26-29, 1993.

LEAN, I. J. et al. Impact of Nutrition on Lameness and Claw Health in Cattle. *Livestock Science*, v. 156, n. 1-3, p. 71-87, 2013.

MAES, D.; PLUYM, L.; PELTONIEMI, O. Impact of Group Housing of Pregnant Sows on Health. *Porcine Health Management*, v. 2, n. 1, 2016.

MAES, M. et al. The Inflammatory & Neurodegenerative (I&ND) Hypothesis of Depression: Leads for Future Research and New Drug Developments in Depression. *Metabolic Brain Disease*, v. 24, n. 1, p. 27-53, 2009.

MAIN, D. C. J. et al. Repeatability of a Lameness Scoring System for Finishing Pigs. *Veterinary Record*, v. 147, n. 20, p. 574-576, 2000.

MCGLONE, J.; SWANSON, J. Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching. 3rd. ed. Federation of Animal Science Societies, 2010.

MCKEE, C. I.; DUMELOW, J. A Review of the Factors Involved in Developing Effective Non-Slip Floors for Pigs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 60, n. 1, p. 35-42, 1995.

MILLS, J. A. et al. Age, Segment, and Horn Disease Affect Expression of Cytokines, Growth Factors, and Receptors in the Epidermis and Dermis of the Bovine Claw. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 12, p. 5977-5987, 2009.

MISIR, R.; BLAIR, R. Biotin Bioavailability from Protein Supplements and Cereal Grains for Weanling Pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 68, n. 2, p. 523-532, 1988.

MORGAN, S. E. Water Quality for Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 27, n. 2, p. 285-295, 2011.

MUELLING, C. K. W. Nutritional Influences on Horn Quality and Hoof Health. *WCDS Advances in Dairy Technology*, v. 21, p. 283-291, 2009.

MUL, M. et al. EU-Welfare Legislation on Pigs. *Livestock Research*, v. Report 273, 2010.

MÜLLING, C. K. et al. How Structures in Bovine Hoof Epidermis Are Influenced by Nutritional Factors. *Anatomy, Histology, Embryology: Journal of Veterinary Medicine Series C*, v. 28, n. 2, p. 103-108, 1999.

MÜLLING, C. K. Functional anatomy of the bovine foot - failure of key structures in pathogenesis of claw disease. In: Cattle Lameness Conference, Sixways, Worcester. Anais... Sixways, Worcester: Royal Veterinary College, The Dairy Group and University of Nottingham, 2012.

MÜLLING, C. K. W.; GREENOUGH, P. R. Applied physiopathology of the foot. In: World Buiatrics Congress, Nice, France. Anais... Nice, France: 2006.

NALON, E. et al. Assessment of Lameness and Claw Lesions in Sows. *Livestock Science*, v. 156, n. 1-3, p. 10-23, 2013.

NIELSEN, E. O.; NIELSEN, N. C.; FRIIS, N. F. Mycoplasma Hyosynoviae Arthritis in Grower-Finisher Pigs. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, v. 48, n. 8, p. 475-486, 2001.

NILSSON, C. Use of concrete for floors in livestock buildings. In: Concrete for a Sustainable Agriculture – Agro-, Aqua- and Community Applications, Madrid, Spain. Anais.. In: V INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Madrid, Spain: Universidad Politécnica de Madrid, 2005.

OSORIO, J. S. et al. Corium Tissue Expression of Genes Associated with Inflammation, Oxidative Stress, and Keratin Formation in Relation to Lameness in Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 11, p. 6388-6396, 2012.

OSORIO, J. S. et al. Corium Molecular Biomarkers Reveal a Beneficial Effect on Hoof Transcriptomics in Periparturient Dairy Cows Supplemented with Zinc, Manganese, and Copper from Amino Acid Complexes and Cobalt from Cobalt Glucoheptonate. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 12, p. 9974-9982, 2016a.

OSORIO, J. S. et al. Supplementing Zn, Mn, and Cu from Amino Acid Complexes and Co from Cobalt Glucoheptonate during the Periparturient Period Benefits Postparturient Cow Performance and Blood Neutrophil Function. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 3, p. 1868-1883, 2016b.

OSSENT, P. An introduction to sow lameness, claw lesions and pathogenesis theories. Minnesota, USA: Zinpro Corporation, 2010.

PAIANO, D. et al. Comportamento de suínos alojados em baias de piso parcialmente ripado ou com lâmina d'água. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 29, n. 3, p. 345-351, 2007.

PATTERSON, J. K.; LEI, X. G.; MILLER, D. D. The Pig as an Experimental Model for Elucidating the Mechanisms Governing Dietary Influence on Mineral Absorption. *Experimental Biology and Medicine*, v. 233, n. 6, p. 651-664, 2008.

PEDERSEN, S.; RAVN, P. Characteristics of Slatted Floors in Pig Pens; Friction, Shock Absorption, Ammonia Emission and Heat Conduction. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*, v. X, p. 16, 2008.

PENNY, R. et al. Influence of the Beta-Agonist Salbutamol on Claw Horn Lesions and Walking Soundness in Finishing Pigs (Abstract). *Veterinary Record*, v. 135, n. 16, p. 374-381, 1994.

PLUYM, L. M. et al. Development of a System for Automatic Measurements of Force and Visual Stance Variables for Objective Lameness Detection in Sows: SowSIS. *Biosystems Engineering*, v. 116, n. 1, p. 64-74, 2013.

PLUYM, L.; VAN NUFFEL, A.; MAES, D. Treatment and Prevention of Lameness with Special Emphasis on Claw Disorders in Group-Housed Sows. *Livestock Science*, v. 156, n. 1-3, p. 36-43, 2013.

POLETO, R. et al. Effects of a "Step-up" Ractopamine Feeding Program, Sex, and Social Rank on Growth Performance, Hoof Lesions, and Enterobacteriaceae Shedding in Finishing Pigs. *Journal of Animal Science*, v. 87, n. 1, p. 304-313, 2009.

POLLITT, C. C. Anatomy and Physiology of the Inner Hoof Wall. *Clinical Techniques in Equine Practice*, v. 3, n. 1, p. 3-21, 2004.

POLLITT, C. C.; COLLINS, S. N. The Suspensory Apparatus of the Distal Phalanx in Normal Horses. *Equine Veterinary Journal*, v. 48, n. 4, p. 496-501, 2016.

QUINN, A.; CALDEÓN-DÍAZ, J. A.; BOYLE, L. Lameness in pigs. In: Moorepark Research Dissemination Day, Anais..Teagasc, 2013.

RAMÍREZ, A. Chapter 1: Herd evaluation. In: Diseases of Swine. 10th. ed. Ames, Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 2012.

RAPP, C. Better sow performance starts with good prevention. *Pig Progress*, v. 26, n. 8, 2010.

REISINGER, N. et al. Fumonisin B1 (FB1) Induces Lamellar Separation and Alters Sphingolipid Metabolism of In Vitro Cultured Hoof Explants. *Toxins*, v. 8, n. 4, p. 89, 2016.

RITTER, M. J. et al. Review: Effects of Ractopamine Hydrochloride (Paylean) on Welfare Indicators for Market Weight Pigs. *Transl. Anim. Sci.*, v. 1, p. 533-558, 2017.

ROWLES, C. Sow Lameness. *Journal of Swine Health and Production*, v. 9, n. 3, p. 130-131, 2001.

SANTOS, T. C. dos et al. Influência do ambiente térmico no comportamento e desempenho zootécnico de suínos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 17, n. 2, p. 241-253, 2018.

- SASAKI, Y.; USHIJIMA, R.; SUEYOSHI, M. Field Study of Hind Limb Claw Lesions and Claw Measures in Sows: Hind Limb Claw Lesions in Sows. *Animal Science Journal*, v. 86, n. 3, p. 351-357, 2015.
- SAUER, A. K. et al. Characterization of Zinc Amino Acid Complexes for Zinc Delivery in Vitro Using Caco-2 Cells and Enterocytes from HiPSC. *BioMetals*, v. 30, n. 5, p. 643-661, 2017.
- SCHWARTZ, K.; MADSON, D. Sorting Out Joint Disease and Lameness. *National Hog Farmer*, p. 4, 2014.
- SHEARER, J. K.; PLUMMER, P.; SCHLEINING, J. Perspectives on the Treatment of Claw Lesions in Cattle. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, p. 273-292, 2015.
- SHEARER, J. K.; VAN AMSTEL, S. R. Traumatic Lesions of the Sole. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 33, n. 2, p. 271-281, 2017a.
- SHEARER, J. K.; VAN AMSTEL, S. R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 33, n. 2, p. 283-300, jul. 2017b.
- SHEPHERD, G.; ENGLE, M. Association of lameness in late finishing with pre-market mortality. In: AASV Annual Meeting: Purpose-Inspired Practice, San Diego, CA, USA. *Anais... San Diego, CA, USA: AASV*, 2013.
- SMITH, G. W. Purified Fumonisin B1 Decreases Cardiovascular Function but Does Not Alter Pulmonary Capillary Permeability in Swine. *Toxicological Sciences*, v. 56, n. 1, p. 240-249, 1 jul. 2000.
- THORUP, V. M. et al. Biomechanical Gait Analysis of Pigs Walking on Solid Concrete Floor. *Animal*, v. 1, n. 05, p. 708-715, 2007.
- TOMLINSON, D. J.; MÜLLING, C. H.; FAKLER, T. M. Invited Review: Formation of Keratins in the Bovine Claw: Roles of Hormones, Minerals, and Vitamins in Functional Claw Integrity. *Journal of Dairy Science*, v. 87, n. 4, p. 797-809, 2004.
- TUBBS, R. C. Lameness in Sows: Solving a Preventable Problem. *Veterinary Medicine*, v. 83, p. 610-616, 1988.
- VAN AMSTEL, S. R. Practical understanding of claw lesions. In: 2nd FeetFirst® Sow Lameness Symposium, *Anais...2010*.
- VAN AMSTEL, S. R.; DOHERTY, T. Claw Horn Growth and Wear Rates, Toe Length, and Claw Size in Commercial Pigs: A Pilot Study. *Journal of Swine Health and Production*, v. 18, n. 5, p. 5, 2010.
- VAN AMSTEL, S. R.; SHEARER, J. K. Clinical Report – Characterization of Toe Ulcers Associated with Thin Soles in Dairy Cows. *The Bovine Practitioner*, v. 42, n. 2, p. 8, 2008.
- VAN RIET, M. M. J. et al. Impact of Nutrition on Lameness and Claw Health in Sows. *Livestock Science*, v. 156, n. 1-3, p. 24-35, 2013.
- VAN RIET, M. M. J. et al. Marginal Dietary Zinc Concentration Affects Claw Conformation Measurements but Not Histological Claw Characteristics in Weaned Pigs. *The Veterinary Journal*, v. 209, p. 98-107, 2016.
- VAN RIET, M. M. J. et al. Long-Term Impact of Zinc Supplementation in Sows: Impact on Claw Quality. *Journal of Swine Health and Production*, v. 26, n. 1, p. 20, 2018.
- VERMEER, H.; VERMEIJ, I. Claw Health and Floor Type in Group Housed Sows. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, v. 9, n. 015, 2014.
- VERMEIJ, I.; ENTING, J.; SPOOLDER, H. A. M. Effect of Slatted and Solid Floors and Permeability of Floors in Pig Houses on Environment, Animal Welfare and Health and Food Safety: A Review of Literature. *Animal Sciences Group Wageningen UR Report*, n. 186, 2009.
- VERMEIJ, I.; VERMEER, H. M. Effect of Floor Types on Health and Welfare for Sows and Piglets. *Livestock Research*, 2011.
- VERMUNT, J. J.; GREENOUGH, P. R. Structural Characteristics of the Bovine Claw: Horn Growth and Wear, Horn Hardness and Claw Conformation. *British Veterinary Journal*, v. 151, n. 2, p. 157-180, 1995.
- VON WACHENFELT, H. et al. Gait Analysis of Unprovoked Pig Gait on Clean and Fouled Concrete Surfaces. *Biosystems Engineering*, v. 101, n. 3, p. 376-382, nov. 2008.
- VON WACHENFELT, H.; PINZKE, S.; NILSSON, C. Gait and Force Analysis of Provoked Pig Gait on Clean and Fouled Concrete Surfaces. *Biosystems Engineering*, v. 104, n. 4, p. 534-544, 2009.

WADDELL, J. M. Growing pig lameness: A costly emerging issue. In: 2015 AASV Annual Meeting: Beyond Our Oath: Integrity, Intensity, Professionalism, Orlando, Florida, USA. Anais... Orlando, Florida, USA: AASV, 2015.

WARD, T. L.; WILSON, M. E.; RAPP, C. A passion for solutions: Methods to evaluate claw lesions and lameness in swine and to improve longevity and animal wellbeing. In: 2011 AASV Annual Meeting: Evidence-based practice: How do we get there?, Anais...2011.

WEBB, N. G. Compressive Stresses on, and the Strength of the Inner and Outer Digits of Pigs' Feet, and the Implications for Injury and Floor Design. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 30, p. 71-80, 1984.

WENDT, M. Risk factors and prevention of lameness. In: 3rd European Symposium of Porcine Health Management, Espoo, Finland. Anais... Espoo, Finland: ESPHM, 2011.

ZORIC, M. et al. Four-Year Study of Lameness in Piglets at a Research Station. *Veterinary Record*, v. 153, n. 11, p. 323-328, 2003.

ZORIC, M. et al. Abrasions and Lameness in Piglets Born in Different Farrowing Systems with Different Types of Floor. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 50, n. 1, 2008.

ZORIC, M. et al. Incidence of Lameness and Abrasions in Piglets in Identical Farrowing Pens with Four Different Types of Floor. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 51, n. 23, 2009.





# CAPÍTULO 19 – RACTOPAMINA E SEU EFEITO SOBRE O BEM-ESTAR DE SUÍNOS

**Autores:** POLETTTO, Rosângela

**Contato:** rosangela.poletto@sertao.ifrs.edu.br

## 19.1. INTRODUÇÃO

Assim como ocorre em outras cadeias produtivas, o setor suinícola está constantemente buscando tecnologias para maximizar a produtividade e lucratividade. Para isso, ferramentas nutricionais têm sido adotadas como forma de melhorar o desempenho dos suínos nas fases de crescimento e terminação, minimizando ao máximo os custos de produção. Os aditivos alimentares comercializados como melhoradores de desempenho têm se mostrado eficientes no aumento da produtividade. Um exemplo é o composto conhecido como RAC (cloridrato de ractopamina), que age no sistema adrenérgico e resulta em ganhos significativos nos índices zootécnicos e percentagem de carcaça magra (GU et al., 1991a,b; VAN DONKERSGOED et al. 2011; RITTER et al., 2017).

A RAC se tornou o primeiro agonista de receptores  $\beta$ -adrenérgicos aprovado pela FDA – a agência norte americana de drogas e alimentos, registrado em janeiro de 2000 como aditivo alimentar para suínos (Paylean®, Ely Lilly-Elanco Animal Health, IN). Na sua descrição de uso e ação, a RAC é indicada para suínos de terminação com no mínimo 68 kg para obtenção de um ganho de 18 a 40 kg até atingir 109 kg de peso vivo, acompanhando uma dieta contendo no mínimo 16% de proteína bruta (FDA, 1999).

Na indicação original, a inclusão do aditivo variava de 5 mg/kg a 20 mg/kg. No entanto, a dose máxima aprovada pelo FDA foi reduzida para 10 mg/kg no ano de 2006 (FDA, 2006), sendo essa a indicação atual do produto (ELANCO, 2019). Este decréscimo na dose decorreu de diversos achados científicos reportando as consequências físico-fisiológicas e comportamentais adversas da RAC durante o manejo e no período pré-abate (FDA, 2002; RITTER et al., 2017), descritos em detalhe a seguir.

Atualmente, a RAC é amplamente empregada na produção suinícola dos Estados Unidos e está licenciada em pelo menos outros 26 países tais como o Japão, Austrália, Canadá, Indonésia, México, as Filipinas e Coréia do Sul. No Brasil, a aprovação do uso comercial da RAC como aditivo alimentar para suínos foi concedida em 2001. Desde então, o produto é amplamente empregado na produção suinícola nacional. Os estabelecimentos que buscam obter o registro de sistema de produção de suínos sem RAC devem tramitar um requerimento específico junto à Superintendência Federal de Agricultura ou a uma Unidade Técnica Regional de Agricultura. O estabelecimento interessado em aderir ao sistema deverá estar classificado no grupo 01 de implementação de Boas Práticas de Fabricação, conforme a Instrução Normativa nº 04/2007 (BRASIL, 2007).

O uso de beta-agonistas como aditivos alimentares, além da comercialização e importação de produtos derivados de animais suplementados com este composto, é proibido em mais de 160 países, incluindo a Rússia, China, Tailândia e a União Europeia. A Diretiva 96/23/CE da União Europeia delibera que os países-membro importem animais ou produtos de origem animal desde que o país terceiro submeta um plano garantindo o monitoramento de resíduos de substâncias proibidas como os beta-agonistas. A

principal motivação aparente para a imposição de barreiras de importação e recorrentes controvérsias na comercialização internacional de proteína suína está associada a resíduos do metabolismo da RAC depositados na carne e em órgãos (EFSA, 2009).

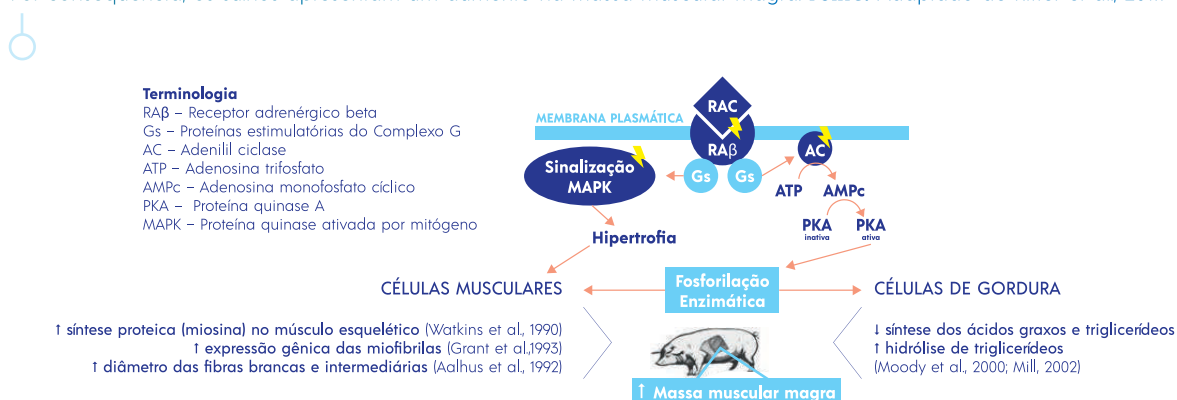
Atualmente, o mercado nacional não faz uma distinção na compra de carne suína e derivados oriundos de animais alimentados com o aditivo RAC, uma vez que não há no rótulo do produto final menção ao seu uso (POLETO E HÖTZEL, 2012). Ainda que as preocupações dos consumidores e grupos de interesse estejam focadas nas questões de segurança do alimento, mais do que no bem-estar dos suínos, há cada vez mais evidências científicas apontando que esse melhorador de desempenho afeta negativamente a fisiologia, o comportamento e a saúde dos suínos (MARCHANT-FORDE et al., 2003; POLETO et al., 2009, 2010a,b, 2011; ATHAYDE et al., 2013; ROCHA et al., 2013; MARCHANT-FORDE & POLETO, 2015; RITTER et al., 2017).

## 19.2. MECANISMO DE AÇÃO DA RACTOPAMINA

A ractopamina é um agonista de receptor  $\beta$ -adrenérgico fenotetanolamina. Pertence à mesma família dos compostos fenoterol, clenbuterol e salbutamol. A RAC é estruturalmente similar aos hormônios que atuam como neurotransmissores conhecidos como catecolaminas, como a norepinefrina (noradrenalina) e a epinefrina (adrenalina), e exerce seus efeitos ativando ambos os receptores adrenérgicos subtipos  $\beta_1$  e  $\beta_2$  nos tecidos adiposo e muscular (MILLS e LIU, 1990; MILLS e SPURLOCK, 2003). A ligação da RAC a esses receptores ativa a adenilil ciclase nas membranas celulares expressando o receptor  $\beta_2$ , mas não naquelas expressando os receptores  $\beta_1$  (MILLS & SPURLOCK, 2003). Isso causa um aumento na concentração celular do mensageiro secundário AMP cíclico (AMPc). Efeitos na cadeia incluem a ativação da proteína quinase A dependente de AMPc, a qual media eventos intracelulares resultantes da ligação dos transmissores (ver **Figura 1** a seguir).

Nenhuma produção de AMPc tem sido observada quando a RAC se liga aos receptores adrenérgicos  $\beta_1$ . No entanto, a lipólise é aumentada nos adipócitos pela ativação de ambos os subtipos de receptores (MILLS & SPURLOCK, 2003). Isso sugere que a RAC pode desencadear esses mecanismos através da estimulação dos receptores  $\beta_1$  e  $\beta_2$  a uma afinidade de  $K_d \sim 25$  nM (SILLENCE & MATTHEWS, 1994; MILLS & SPURLOCK, 2003; SILLENCE, 2004).

**Figura 1.** Mecanismo de ação da ractopamina (RAC) em suínos. <sup>1</sup>A proteína quinase A estimula a lipólise pela ativação da lipase e reduz lipogênese através da inativação da acetil CoA carboxilase. <sup>2</sup>Os compostos  $\beta$ -agonistas como a RAC aumentam a massa muscular através da hipertrofia da fibra muscular que é acompanhada pelo aumento na taxa de síntese proteica. Por consequência, os suínos apresentam um aumento na massa muscular magra. **Fonte:** Adaptado de Ritter et al., 2017.



Os efeitos mediados pelos beta-agonistas podem ser limitados por uma combinação de fatores: insensibilidade do tecido, duração da dose e período de fornecimento do aditivo, propriedades inerentes ao agonismo parcial do composto, e supressão dos receptores adrenérgicos  $\beta$  (LIU et al., 1994). A estimulação crônica dos receptores  $\beta$  reduz a sensibilidade do tecido devido à dessensibilização homóloga. Esta dessensibilização é caracterizada pela translocação dos sítios ativos dos receptores que não estão mais expostos extracelularmente na membrana celular, limitando a sua ligação com o substrato, ou dessensibilização heteróloga, na qual o receptor é fosforilado, tornando-o incapaz de participar do sistema mensageiro secundário (WILLIAMS et al., 1994; MILLS & SPURLOCK, 2003). Esse último processo é mediado pelo desligamento do receptor das proteínas estimulatórias do complex G, que inibem a transmissão da mensagem aquém do receptor. Mais recentemente, foi mostrado que a RAC também age como um agonista pleno do receptor TAAR-1 (Trace Amine-Associated Receptor 1). Tem-se postulado que esta pode ser a rota pela qual a RAC influencia o tônus cardíaco e o comportamento, agindo como um regulador dos sistemas monoaminérgicos no cérebro de suínos (POLETTTO et al., 2010b; 2011), representados pelas vias neuronais de ação da norepinefrina, dopamina e serotonina (LIU et al., 2014).

Como um agente repartidor, os efeitos de agonismo da RAC limitam a deposição de gordura por meio da estimulação da hidrólise de triglicerídeos (lipólise) e diminuição da síntese dos ácidos graxos e triglicerídeos (lipogênese). Enquanto isso, a RAC também atua no metabolismo do músculo esquelético, aumentando a síntese proteica e elevando a deposição muscular (LIANG & MILLS, 2002; DEPREUX et al., 2003). Há um acréscimo na composição das cadeias pesadas de miosina, o qual é dependente da dose e do tempo de oferta da RAC via alimento (DEPREUX et al., 2003). As fibras brancas e intermediárias sofrem um aumento do diâmetro ou hipertrofia muscular (AALHUS et al., 1992) e um aumento na expressão gênica das miofibrilas (GRANT et al., 1993). Esses eventos demonstram o resultado da estimulação da RAC sobre a taxa de síntese fracionada de proteína e aumento na taxa de deposição proteica (BERGEN et al., 1989). Por consequência dessas reações em nível celular, há uma diminuição na deposição de gordura corporal e um aumento na deposição de tecido muscular (magro) na carcaça (ver **Figura 1**).

### 19.3. EFEITOS DA RACTOPAMINA NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Diante dos mecanismos celulares apresentados acima, entende-se que os efeitos dos melhoradores de desempenho beta-agonistas, fornecidos por vez como aditivos alimentares, têm sua ação limitada (ou platô), principalmente nas condições de fornecimento em dose constante e de uso contínuo ou prolongado. Os programas recomendados para o fornecimento de RAC aos suínos via ração consistem em uma dose constante durante três a quatro semanas no período pré-abate ou um programa "step-up", em que a concentração de RAC é elevada após duas semanas de consumo - por exemplo, fornecimento de 5 mg/kg por duas semanas para 10 mg/kg por mais duas semanas. O aumento da dose otimiza os efeitos do aditivo que, em contrapartida, começam a diminuir em função da "falha" na resposta dos receptores adrenérgicos  $\beta$  (WILLIAMS et al., 1994).

A alimentação da RAC promove a deposição de carne magra (MILLS & SPURLOCK, 2003) e aumenta a média de ganho de peso diário, a eficiência de conversão alimentar, conteúdo magro e rendimento da carcaça (GU et al., 1991a,b; RITTER et al., 2017). A resposta mais significativa no desempenho em animais tratados com RAC ocorre nos primeiros sete a 14 dias de tratamento (WILLIAMS et al., 1994), enquanto que os suínos recebendo RAC por mais de quatro semanas têm taxas de crescimento reduzidas e uma conversão alimentar diminuída (SCHINCKEL et al., 2002).

No estudo realizado por Poletto et al. (2009), a RAC foi fornecida na dieta à vontade, seguindo o programa "step-up". Os efeitos do aditivo alimentar nos índices de desempenho zootécnicos foram mais evidentes na segunda etapa do fornecimento, após a dose de RAC passar de 5 mg/kg para 10 mg/kg. Foi observado no grupo tratado com RAC um acréscimo de ganho de peso médio diário de 146 g, que resultou num ganho geral de 4,74 kg de peso vivo comparado aos suínos que não receberam o aditivo alimentar na ração, sem haver qualquer alteração no consumo médio diário de ração (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Desempenho zootécnico de suínos de terminação alimentados com uma dieta com ractopamina (RAC) por 28 dias.  
**Fonte:** Adaptado de Poletto et al., 2009.

|                                  | Dietas Tratamento   |                     | Sexo                |                     | Tratamento x sexo |      |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------|
| Variáveis*                       | Controle            | RAC                 | Macho               | Fêmea               | Erro              | P<   |
| <b>Pré-tratamento</b>            |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| PV Inicial (dia 0), kg           | 92,70               | 93,34               | 94,82 <sup>c</sup>  | 91,22 <sup>d</sup>  | 0,70              | 0,19 |
| <b>Fase I - 5mg/kg de RAC</b>    |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| <b>Dia 0-14</b>                  |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| GPD, kg/d                        | 0,882               | 0,993               | 0,979               | 0,896               | 0,047             | 0,13 |
| CMD, kg/d                        | 2,992               | 2,831               | 3,219 <sup>c</sup>  | 2,604 <sup>d</sup>  | 0,125             | 0,65 |
| EA                               | 0,302               | 0,350               | 0,309               | 0,343               | 0,017             | 0,13 |
| PV no dia 14, kg                 | 105,05              | 107,24              | 108,52 <sup>c</sup> | 103,77 <sup>d</sup> | 1,00              | 0,79 |
| <b>Fase II - 10 mg/kg de RAC</b> |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| <b>Dia 14-28</b>                 |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| GPD, kg/d                        | 0,914 <sup>a</sup>  | 1,096 <sup>b</sup>  | 1,004               | 1,006               | 0,038             | 0,26 |
| CMD, kg/d                        | 2,953               | 2,987               | 3,097 <sup>c</sup>  | 2,844 <sup>d</sup>  | 0,075             | 0,10 |
| EA                               | 0,311 <sup>a</sup>  | 0,367 <sup>b</sup>  | 0,326               | 0,351               | 0,011             | 0,84 |
| PV no dia 28, kg                 | 117,84 <sup>a</sup> | 122,58 <sup>b</sup> | 122,58 <sup>c</sup> | 117,85 <sup>d</sup> | 0,88              | 0,65 |
| <b>Geral (Dia 0-28)</b>          |                     |                     |                     |                     |                   |      |
| GPD, kg/d                        | 0,898 <sup>a</sup>  | 1,044 <sup>b</sup>  | 0,991               | 0,951               | 0,19              | 0,33 |
| CMD, kg/d                        | 2,973               | 2,910               | 3,158 <sup>c</sup>  | 2,724 <sup>d</sup>  | 0,0022            | 0,23 |
| EA                               | 0,307 <sup>a</sup>  | 0,358 <sup>b</sup>  | 0,318 <sup>c</sup>  | 0,347 <sup>d</sup>  | 0,0265            | 0,10 |
| Ganho PV total, em kg            | 25,14               | 29,24               | 27,76               | 26,63               | -                 | -    |
| Ganho PV total, em %             | 27,12               | 31,33               | 29,27               | 29,19               | -                 | -    |

<sup>a, b</sup> Nas linhas de tratamento, médias com letras variando são diferentes estatisticamente (P<0,05), <sup>c, d</sup> Nas linhas de sexo, médias com letras variando são diferentes estatisticamente (P<0,05). Os valores são apresentados como médias da baixa.

\*PV: peso vivo em kg; GPD: ganho de peso diário; CMD: consumo médio diário de ração; EA: eficiência alimentar.

Uma análise matemática dos benefícios ambientais resultantes do ganho em desempenho e eficiência animal pelo uso da RAC na dose de 5 mg/kg ou a 10 mg/kg nos Estados Unidos concluiu que um mesmo volume de carne suína pode ser produzido, respectivamente, com 5,3% ou 6,3% a menos de animais, demandando anualmente 2,8 ou 3,4 bilhões de quilogramas a menos de milho (equivalente a 0,29 ou 0,35 milhões de hectares), e 0,16 ou 0,34 bilhões de quilogramas a menos de soja (equivalente a 0,059 ou 0,127 milhões de hectares), além do decréscimo na necessidade de outros insumos essenciais para o cultivo de grãos (WOOD et al., 2011).

Segundo o manual de recomendações do Farm Animal Welfare Committee do Reino Unido (FAWC, 2016), o bem-estar animal integra por absoluto a agricultura sustentável. O sistema não pode ser considerado sustentável quando a produção animal é posta em prática a um custo inaceitável para o bem-estar animal. Deve-se ainda considerar que os animais de produção são seres sencientes, com necessidades físicas e mentais que não podem ser supridas pelo uso prolongado de fármacos (FAWC, 2016).

## 19.4. EFEITOS DA RACTOPAMINA NA FISIOLOGIA

Por agir como um agonista adrenérgico  $\beta$ , a RAC tem efeito direto sobre muitas variáveis fisiológicas. Já se demonstrou um aumento nas concentrações plasmáticas de epinefrina (MARCHANT-FORDE et al., 2003; PETERSON et al., 2015), norepinefrina (MARCHANT-FORDE et al., 2003; POLETTO et al., 2010b) e norepinefrina na urina (ROCHA et al., 2013) de suínos tratados com RAC. Pesquisadores também encontraram um aumento de cortisol, bem como um pH sanguíneo mais baixo e temperatura retal elevada em suínos tratados com 20 mg/kg de RAC por quatro semanas e expostos a um manejo agressivo, comparado àqueles que receberam um manejo mais calmo (JAMES et al., 2013). Neste último estudo, um manejo gentil consistiu em mover os suínos em um passo moderado três vezes por um corredor de 50 m, subindo e descendo uma rampa de embarque com 15°. Os suínos manejados de forma agressiva foram movidos o mais rápido possível no mesmo corredor, subindo e descendo uma rampa de 30° e recebendo três aplicações do bastão elétrico (JAMES et al., 2013).

Um estudo semelhante que avaliou a relação de RAC com a intensidade de manejo encontrou que suínos suplementados com 7,5 mg/kg de RAC tinham níveis basais mais baixos de pH sanguíneo,  $pO_2$  e  $sO_2$ , e níveis mais elevados de  $pCO_2$  quando comparados aos animais controle. Suínos que receberam RAC a 5 mg/kg também tinham níveis basais mais baixos de pH sanguíneo (PETERSON et al., 2015). Outras variáveis fisiológicas relativas ao manejo e transporte em suínos que recebem dietas suplementadas com RAC incluem elevada concentração de creatinina-quinase, a qual funciona como um catalisador acelerando reações bioquímicas para a obtenção de energia celular, após o transporte e abate (ATHAYDE et al., 2013; ROCHA et al., 2013), batimentos cardíacos mais elevados durante o embarque, transporte e desembarque (MARCHANT-FORDE et al., 2003), e concentrações elevadas de lactato desidrogenase e lactato no período após o transporte (JAMES et al., 2013). Esses achados científicos indicam que suínos tratados com RAC são mais reativos e suscetíveis ao estresse quando manejados durante práticas de rotina ou de forma que exija maior esforço físico e contato mais próximo com o manejador ou condições adversas, enfatizando a importância de técnicas de manejo adequadas quando a RAC é usada como um aditivo alimentar.

Alterações neurofisiológicas periféricas e centrais têm sido reportadas com relação à agressividade em suínos, em especial em leitoas que receberam uma dieta suplementada com o melhorador de desempenho RAC. Juntamente com o sistema noradrenérgico, os sistemas neuroendócrino dopaminérgico e serotoninérgico estão envolvidos na regulação do comportamento animal, incluindo a agressividade (HALLER et al., 1998; NELSON & TRAINOR, 2007). Enquanto aditivo alimentar, a RAC tem sido associada a um aumento na excreção de dopamina na urina quando os animais receberam 7,5 mg/kg por 28 dias (ROCHA et al., 2013) e níveis plasmáticos mais baixos de serotonina (proxy para serotonina central) em leitoas suplementadas com RAC (5 mg/kg por 14 dias mais 10 mg/kg por 14 dias; POLETTO et al., 2010b).

Em nível cerebral, as leitoas que receberam RAC apresentaram concentrações reduzidas de serotonina (5-HT) nos núcleos da rafe (sítio de síntese da serotonina central) e córtex frontal - centro das tomadas de decisão (POLETTO et al., 2010b). A serotonina tem efeito inibitório sobre a agressividade. O estudo de Poletto et al. (2010b) relatou ainda que, nas leitoas que receberam RAC, foram detectadas concentrações mais baixas do metabólito serotoninérgico conhecido como 5-HIAA (ácido 5-hydroxyindoleacetic) e uma ativação do sistema dopaminérgico (maior taxa da dopamina para seus metabólitos DOPAC - ácido 3,4-diidroxifenilacético, e HVA - ácido homovanílico) nas amígdalas, centro responsável



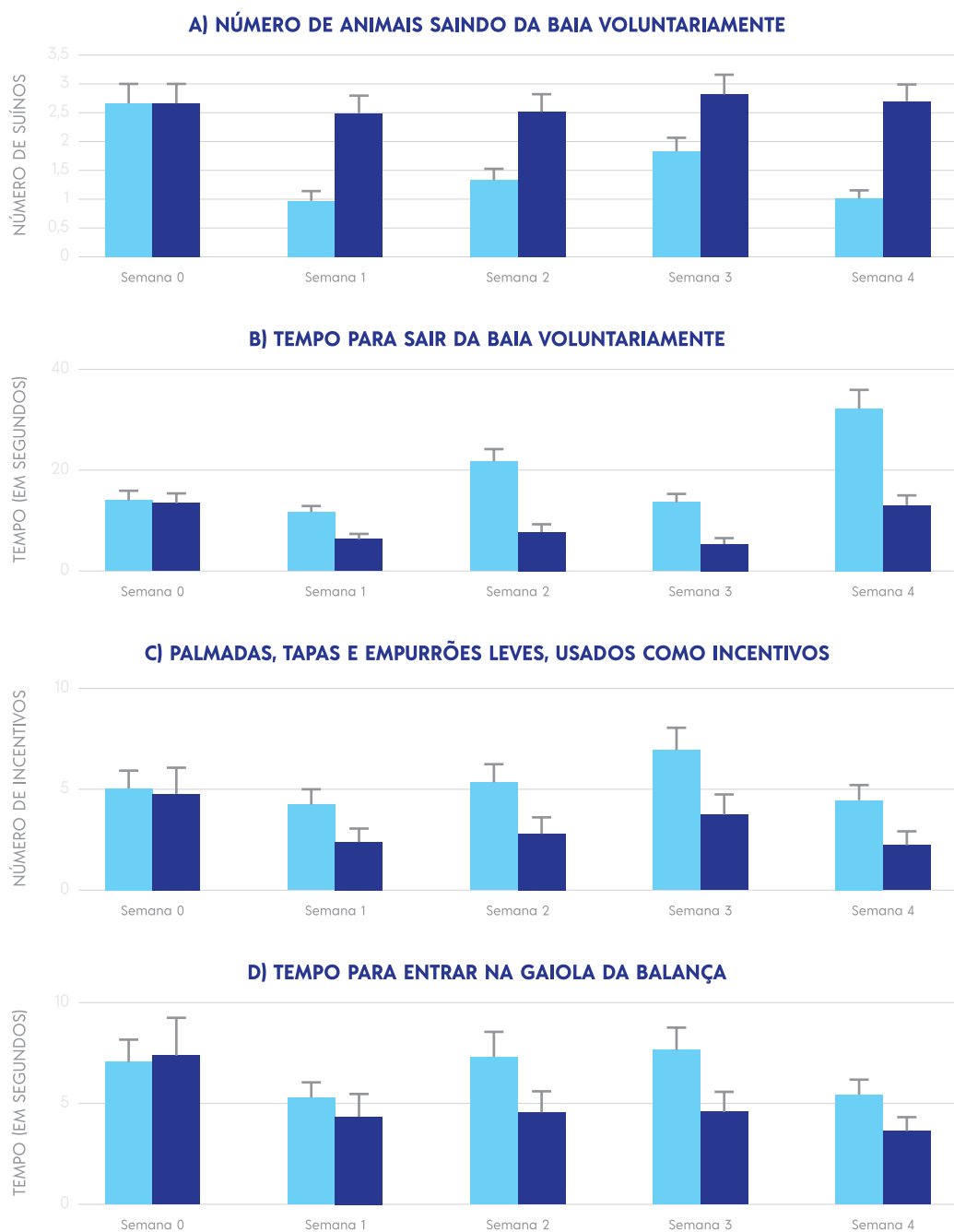
pelo comportamento agressivo e respostas emocionais (POLETTTO et al., 2010b). Foi observado ainda nas leitoas alimentadas com RAC que houve um aumento na expressão dos genes correspondentes aos receptores dopaminérgicos nos núcleos da rafe e no córtex frontal (POLETTTO et al., 2011). Esse perfil neuroendócrino das monoaminas descrito acima é indicativo de uma deficiência na sinalização serotoninérgica em áreas cerebrais vitais para o controle da agressividade (NELSON & TRAINOR, 2007). O achado de Liu et al. (2014) sobre a ação da RAC como um agonista do TAAR-1 reforça uma associação deste composto com a regulação dos sistemas monoaminérgicos cerebrais.

## 19.5. EFEITOS DA RACTOPAMINA NO COMPORTAMENTO

Nesta seção são apresentadas evidências científicas de que uma dieta suplementada com RAC interfere negativamente no comportamento normal dos suínos de terminação, deixando-os mais ativos e reativos. Não muito tempo após iniciar o uso de RAC nos Estados Unidos, havia evidências anedóticas de que o comportamento dos suínos tinha mudado e que estes estavam apresentando hiperatividade nas baias de alojamento e sendo mais difíceis de manejar (MARCHANT-FORDE & POLETTTO, 2015). Apesar de um estudo inicial ter mostrado pouca evidência de mudanças comportamentais, exceto uma redução nos comportamentos investigativos e um aumento de contato nasal em suínos tratados com RAC (SCHAEFER et al., 1992), vale ressaltar que esses dados foram coletados após cinco a seis semanas do início do fornecimento da dieta adicionada de RAC. Mais tarde foi descoberto que, frente a um período de mais de quatro semanas de fornecimento de RAC, a efetividade da ação da droga é reduzida em função da dessensibilização dos receptores adrenérgicos  $\beta$  (WILLIAMS et al., 1994; MILLS & SPURLOCK, 2003).

O estudo realizado por Marchant-Forde et al. (2003) foi a primeira investigação científica a avaliar mais cuidadosamente o comportamento de suínos alimentados com RAC (10 mg/kg por 28 dias; ver **Figura 2** a seguir). Nesse estudo foi observado que os animais permaneciam mais tempo ativos e alertas e menos tempo deitados lateralmente nas primeiras duas semanas de tratamento. Essas diferenças desapareceram nas últimas duas semanas do estudo. Além da hiperatividade comportamental, os suínos se tornaram mais difíceis de manejar na condução para a pesagem e embarque para o transporte (MARCHANT-FORDE et al., 2003). Os que receberam RAC eram mais relutantes em sair das baias voluntariamente, acarretando um tempo maior para tirá-los de seus locais de alojamento, levando por consequência mais tempo para a pesagem, além de necessitar incentivos como toques, tapas leves e empurrões por parte do manejador na condução para a pesagem e no retorno às baias (MARCHANT-FORDE et al., 2003). Essas diferenças se mantiveram entre o grupo tratado com RAC (10 mg/kg) e o grupo controle durante as quatro semanas do experimento, indicando que suínos sob o uso do aditivo necessitaram de mais tempo para serem manejados, evitando transtornos e prejuízo maior ao bem-estar dos animais (MARCHANT-FORDE et al., 2003).

**Figura 2.** Respostas comportamentais ao manejo para a pesagem de suínos de terminação alimentados com uma dieta controle (■) ou com ractopamina (■) (\* P < 0,05; \*\* P < 0,01). A) Efeito de tratamento P < 0,01, efeito de tempo P < 0,01; B) Efeito de tratamento P < 0,05, efeito de tempo P < 0,001; C) Efeito de tratamento P < 0,05, efeito de tempo P < 0,05; D) Efeito de tratamento P < 0,05, efeito de tempo P < 0,01. **Fonte:** Adaptado de Marchant-Forde et al., 2003.



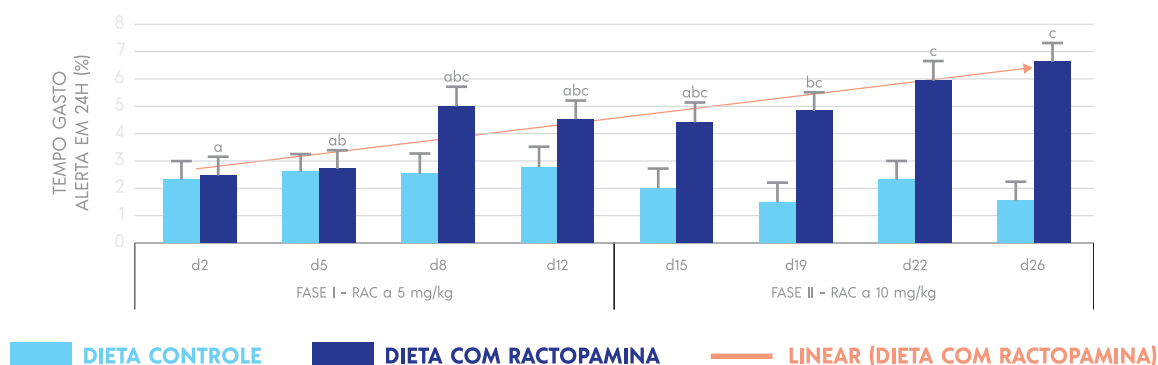
Outro estudo avaliou um fatorial de dois genótipos Pietran, dois métodos de castração (cirúrgica e imunocastração) e fornecimento da dieta controle ou adicionada com RAC (7,5 mg/kg por 28 dias) em sua relação com o transporte. Os resultados mostraram que foi necessário mais estímulo vocal para que os suínos tratados com RAC subissem na rampa de embarque do caminhão e que a RAC aumentou a agressividade dos suínos imunocastrados comparados aos que foram castrados cirurgicamente enquanto mantidos

na baia de espera no abatedouro (ROCHA et al., 2013). Em paralelo às alterações fisiológicas reportadas na seção anterior, esse perfil comportamental caracteriza o animal em uma condição de estresse ou estado de luta ou fuga ativo (HALLER et al., 1998), mediado pela estimulação do sistema nervoso simpático, naturalmente ativado pelos hormônios epinefrina e norepinefrina.

Suíños que recebem RAC também ficam mais ativos, permanecendo mais tempo alerta (ver **Figura 3** a seguir) e realizando comportamentos oronasais num período de avaliação de 24 horas, com mudanças evidentes a partir do início da segunda semana do fornecimento de RAC seguindo o programa "step up" (POLETTTO et al., 2010a). Em resposta à suplementação de RAC, houve um aumento no tempo gasto pelo suíno alimentando-se (0,9%) e realizando comportamentos anormais categorizados como estereotípias, tais como a mastigação no vácuo (0,7%) e mordedura de barras da baia (0,2%) (POLETTTO et al., 2010a). Em comparação com o grupo controle, outras alterações comportamentais na baia de alojamento incluíram uma redução no comportamento lúdico e aumento do comportamento de fugir outros suíños em indivíduos alimentados com 5 mg/kg e 10 mg/kg de RAC (ATHAYDE et al., 2013).

**Figura 3.** Porcentagem de tempo gasto alerta (orelhas posicionadas em posição ereta, de atenção), em períodos de 24 horas diárias (d = dia do experimento), em suíños de terminação alimentados com uma dieta controle e outra adicionada de ractopamina (RAC). A fase I representa os primeiros 14 dias do experimento quando os suíños receberam RAC a 5 mg/kg de dieta, e a fase II representa os 14 dias finais do estudo, quando os suíños receberam RAC a 10 mg/kg de dieta (total de 28 dias). A linha de tendência indica o aumento no tempo gasto alerta dentre os suíños tratados com RAC via dieta. As barras de erro representam o erro padrão da média. \*P < 0.10; \*P < 0.05 = diferença entre os tratamentos/dietas. a-c P < 0.05 = diferença entre suíños tratados com RAC no tempo (dias).

**Fonte:** Adaptado de Poletto et al., 2010a.



Os estudos comportamentais relatados acima usaram a metodologia de escaneamento do comportamento por amostragem realizados nas baias de alojamento. Essa metodologia é útil para compilar informação sobre estados comportamentais relativamente longos ou que ocorrem numa frequência moderada (por exemplo, tempo gasto alerta, andando, bebendo, etc.). Porém, é menos precisa para avaliar eventos comportamentais de curta duração como as interações sociais e agressivas, como brigas, por exemplo.

Dois estudos conduzidos por Poletto et al. (2010a, 2010b) investigaram eventos de agressão espontânea (sem interferência de objetos ou modificação do meio) entre os suíños nas suas baias de terminação, bem como situações de agressão induzida empregando o teste comportamental conhecido como residente-intruso (teste R-I). Nas interações de agressão espontânea entre leitões alimentadas com o aditivo RAC constatou-se mais mordidas, mais perseguições e um total maior de ações agressivas contabilizadas por interação agonística

(soma de cabeçadas – menos ofensivo, mordidas– mais ofensivo e, perseguições– retaliação) do que os outros três tratamentos do experimento (POLETTTO et al., 2010a). Esses resultados demonstram que, apesar de o número de encontros agressivos diminuírem na baia no decorrer dos 28 dias de estudo, as brigas entre as leitoas alimentadas com o aditivo RAC se tornaram mais intensas (ver **Tabela 2** a seguir).

Durante o teste RI, observou-se que as leitoas tratadas com RAC apresentaram maior agressividade, com número maior de ataques iniciados contra o suíno estranho (chamado de intruso) nos primeiros 30 segundos após a introdução deste último na sua baia de alojamento (POLETTTO et al., 2010b). Em ambas as circunstâncias, a agressividade foi mais intensa em interações agonísticas que ocorreram entre as leitoas alimentadas com RAC quando comparadas com machos suplementados com RAC e com os animais do grupo controle, sugerindo que se deve haver um maior cuidado no manejo de misturas de lotes quando se trata de fêmeas alimentadas com RAC. Num estudo conduzido apenas com machos transportados por curto tempo e mantidos na área de espera do abatedouro, o número de brigas foi muito mais prevalente entre machos imunocastrados que receberam RAC do que aqueles castrados cirurgicamente que receberam dieta com RAC (ROCHA et al., 2013).

**Tabela 2.** Mudança no percentual da frequência das ações apresentadas durante interações agressivas (INTAG) e o total de interações agressivas observadas em relação aos valores pré-experimento com as dietas fornecidas e ao sexo dos suínos de terminação. **Fonte:** Adaptado de Poletto et al., 2010a.

| <b>Ações<sup>2</sup></b>         | <b>Dieta Controle</b> |                    | <b>Dieta com Ractopamina<sup>1</sup></b> |                                |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
|                                  | <b>Machos</b>         | <b>Fêmeas</b>      | <b>Machos</b>                            | <b>Fêmeas</b>                  |
| Mordidas/INTAG (%)               | ↓47,3 <sup>b</sup>    | ↓35,0 <sup>b</sup> | ↓20,5 <sup>b</sup>                       | ↑95,7 <sup>a</sup>             |
| Cabeçadas/INTAG (%)              | ↓35,4 <sup>a</sup>    | ↑21,3 <sup>b</sup> | ↑14,1 <sup>b</sup>                       | ↓4,1 <sup>a</sup> <sup>b</sup> |
| Perseguições/INTAG (%)           | ↓0,5 <sup>b</sup>     | ↓76,4 <sup>b</sup> | ↓62,5 <sup>b</sup>                       | ↑334,6 <sup>a</sup>            |
| Número total de ações/ INTAG (%) | ↓44,0 <sup>b</sup>    | ↓24,4 <sup>b</sup> | ↓10,0 <sup>b</sup>                       | ↑54,9 <sup>a</sup>             |
| Número total de INTAG (%)        | ↓66,4 <sup>a</sup>    | ↓50,1 <sup>a</sup> | ↓61,0 <sup>a</sup>                       | ↓64,5 <sup>a</sup>             |

<sup>a, b</sup> Na mesma linha e entre os tratamentos/dietas e sexo, médias com letras divergentes são estatisticamente diferentes (P < 0,05); tratamento × sexo, P < 0,01.

<sup>1</sup> Os suínos foram alimentados com dieta adicionada de ractopamina na dose de 5 mg/kg por 14 dias seguido de 10 mg/kg por mais 14 dias, total de 28 dias.

<sup>2</sup> Em relação às respectivas médias basais observada dois dias antes de iniciar o experimento com os tratamentos/dietas (dia -2); flechas apontando para cima (↑) representam um aumento percentual, enquanto que flechas apontando para baixo (↓) representam uma redução percentual das ações apresentadas pelos suínos durante as interações agressivas.

## 19.6. EFEITOS DA RACTOPAMINA NA SAÚDE

A saúde do suíno no que diz respeito à condição de casco e microbiota intestinal não são tópicos normalmente associados com o consumo de RAC. Um ganho de peso rápido associado a uma maior atividade comportamental, que inclui brigas, pode predispor os suínos alimentados com RAC a um aumento na prevalência de lesões de casco com potencial de impacto na produtividade e bem-estar. Agonista de receptor  $\beta$ -adrenérgico, o salbutamol está relacionado com problemas locomotores em suínos, causando um aumento em lesões de casco tais como rachaduras e erosão na sola e na linha branca (PENNY et al., 1994). Quando o salbutamol foi acrescentado a dietas de suínos de terminação na concentração de 1 a 5 mg/kg por 28 dias, houve um aumento na frequência e na severidade

das lesões de casco, com a severidade das lesões proporcional à dose suplementada (PENNY et al., 1994).

No estudo de Poletto et al. (2009), quando avaliados no abate, suínos que receberam RAC a 5 mg/kg por duas semanas e 10 mg/kg por mais duas semanas tinham notavelmente mais lesões nos cascos dianteiros e traseiros e o dobro no total de lesões comparados aos suínos do grupo controle. Por ser um composto da mesma categoria do salbutamol, postula-se que a RAC interfira de forma semelhante na deposição de biotina e outras vitaminas e minerais e, portanto, na produção do casco, mecanismo este proposto por Penny et al. (1994). Essa condição torna os suínos mais vulneráveis a problemas de locomoção e gera um maior desafio de manejo a suínos em fase de terminação, uma vez que esses animais com frequência são alojados em baias de piso de concreto vazado, que requerem mais cuidados de manutenção.

Altas concentrações de catecolaminas têm sido implicadas no crescimento in vivo e virulência de *Enterobacteriaceae* como a *Escherichia coli* e *Salmonella enterica* (KINNEY et al., 2000; GREEN et al., 2004). Esses achados sugerem que suínos que receberam uma dieta contendo RAC podem estar predispostos a carrear níveis elevados de bactérias patogênicas no seu trato intestinal, particularmente a *Salmonella* (LYTE, 2010). Porém, Edrington et al. (2006a) reportaram um decréscimo na frequência de excreção de *Salmonella typhimurium* em suínos experimentalmente inoculados e alimentados com dieta com RAC (20 mg/kg) por 38 dias. Os mesmos autores relataram que houve uma tendência de a RAC aumentar excreção de *Salmonella* em bovinos de corte; ambos, ovinos (EDRINGTON et al., 2006a) e bovinos de corte (EDRINGTON et al., 2006b) artificialmente inoculados com *E. coli* O157:H7 e alimentados com RAC mostraram um padrão elevado de *Enterobacteriaceae* nas fezes. No estudo de Poletto et al. (2009), os suínos que receberam RAC via dieta seguindo o programa "step up" tiveram um pico na excreção fecal de *Enterobacteriaceae* na primeira semana do experimento, mas essas concentrações foram progressivamente reduzindo e eram menores do que o grupo controle nos conteúdos de lúmen cecal e retal no momento do abate. *Salmonella* não foi detectada em nenhum momento do estudo (POLETTTO et al., 2009).

Os padrões observados na população intestinal e as concentrações de excreção das *Enterobacteriaceae* reportadas para suínos, apesar de interessantes do ponto de vista da segurança do alimento, são difíceis de explicar devido à complexidade e falta de informação e conhecimento sobre os efeitos potenciais da RAC na ecologia da microbiota intestinal de suínos no abate (LYTE, 2010). Os resultados conflitantes e as variações entre espécies quanto à excreção fecal de *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* frente ao uso do aditivo RAC, fornecido até momentos que antecedem o abate, sugerem a necessidade de mais investigação científica devido às possíveis implicações à segurança dos derivados da carne suína.

Suínos pesados e que receberam RAC estão mais predispostos à síndrome do suíno cansado ("downer pig syndrome") - algo preocupante para aqueles envolvidos no transporte e abate de suínos. Os suínos apresentando essa síndrome são conhecidos como NANI (non-ambulatory, non-injured) que, na ausência de lesões, traumas ou doença óbvias, se recusam a caminhar em qualquer das etapas do manejo pré-abate e abate, desde o seu embarque na granja até a insensibilização (RITTER et al., 2005). Esta condição é mais evidente com o uso de altas doses de RAC e é evidenciada pela fadiga, dificuldade locomotora e de mobilidade dos animais devido à rigidez muscular ou fraqueza nas pernas (FDA, 2006; RITTER et al., 2009, 2017). Em junho de 2002, a FDA publicou um documento complementar referente a aprovação de uso do Paylean® com a seguinte alteração no rótulo (tradução literal) "Cuidado: suínos alimentados com Paylean têm um risco maior de apresentar a síndrome do suíno cansado (também dito como "devagar," "submissos" ou "suspeitos"). Métodos de manejo visando reduzir a incidência de suínos cansados devem

ser avaliados rigorosamente antes de iniciar o uso do Paylean" (FDA, 2002).

Conforme o relatório da AVMA (2014), vários estudos de campo estimam que mais de 50% de todos os suínos sem condição de se locomover são NANI e que uma faixa de 0,3% a 0,4% de todos os animais entregues na planta processadora desenvolverão a síndrome (RITTER et al., 2005, 2009). A condição de NANI preocupa a indústria e há registros de que o uso de RAC como melhorador de desempenho, associado a um manejo mais agressivo, agrava essa condição aumentando a incidência de animais NANI no abate (AVMA, 2014). Apesar de literatura limitada, um estudo em larga escala envolvendo 192 cargas de suínos de terminação com peso de abate das regiões centro-oeste e sudeste dos Estados Unidos mostraram que o número total de suínos agrupados como mortos, lesionados e sem condição de se locomover (NAI – non-ambulatory, injured), não lesionados sem condição de se locomover (NANI), aumentaram frente ao uso do aditivo alimentar RAC (1,33% [0 mg/kg] vs. 2,63% [5mg/kg] vs. 2,26% [10 mg/kg]) na região centro-oeste (SWAN et al., 2007). Essas perdas foram maiores nas viagens com maior duração, mais tempo de espera para o desembarque e tempo de desembarque, e menor tempo de descanso, quando comparado às cargas da região (SWAN et al., 2007). Outro estudo (PETERSON et al., 2015) que avaliou o efeito da RAC durante o manejo e transporte de suínos pesados mostrou que a incidência de NANI foi afetada por doses mais altas de RAC (0% [0mg/kg] vs. 2,8% [5 mg/kg] vs. 9,7% [7,5 mg/kg]).

## 19.7. CONCLUSÃO

Apesar das controvérsias quanto à segurança dos alimentos e questionamentos por parte dos consumidores e da sociedade, são incontestáveis os efeitos positivos do aditivo alimentar RAC sobre o desempenho zootécnico e eficiência dos animais. Ainda assim, é preciso observar que a RAC torna os suínos mais ativos (mais tempo alerta e apresentando comportamentos oronais) e reativos ao manejo e ao transporte, com batimentos cardíacos mais acelerados e concentrações plasmáticas elevadas de catecolaminas, além de as leitoas ficarem mais agressivas. A compreensão dos mecanismos de ação deste composto e seus efeitos é crítico para a avaliação das tomadas de decisão de seu uso, bem como na adoção de práticas que facilitem o manejo e melhorem a condição de bem-estar dos suínos. Fica evidente que os indicadores científicos apresentados reforçam a necessidade de implementação de programas de capacitação de pessoal para o manejo animal não somente nas etapas pré-abate e abate, mas também na rotina da granja, com o objetivo de minimizar os impactos comportamentais e fisiológicos dos suínos tratados com RAC.

## 19.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J. L. et al. 1992. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. *Meat Science*, 31:397-409.

ATHAYDE N. B., O. A. DALLA COSTA, R. O. ROÇA, A. L. GUIDONI, C. B. LUDTKE, E. OBA, R. K. TAKAHIRA, e G. J. LIMA. 2013. Stress susceptibility in pigs supplemented with ractopamine. *J. Anim. Sci.* 91:4180-7.

AVMA (American Veterinary Medical Association). 2014. Literature Review on the Welfare Implications of the Use of  $\beta$ -Adrenoreceptor Agonists. Disponível em: <https://www.avma.org/KB/Resources/LiteratureReviews/Pages/Use-of-Beta-Agonists.aspx>. Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

BERGEN, W. G., S. E. JOHNSON, D. M. SKJAERLUND, A. S. BABIKER, N. K. AMES, R. A. MERKEL, E. D. B. ANDERSON. 1989. Muscle protein metabolism in finishing pigs fed ractopamine. *J. Anim. Sci.* 67:2255-62.



BRASIL. 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 04 de 23 de fevereiro de 2007. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-4-de-23-de-fevereiro-de-2007.pdf/view>. Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

DEPREUX, F. F. S., A. L. GRANT, D. B. ANDERSON, e D. E. GERRARD. 2002. Paylean alters myosin heavy chain isoform content in pig muscle. *J. Anim. Sci.* 80:1888-1894.

EDRINGTON, T. S., T. R. CALLAWAY, S. E. IVES, M. J. ENGLER, T. H. WELSH, D. M. HALLFORD, K. J. GENOVESE, R. C. ANDERSON, e D. J. NISBET. 2006a. Effect of ractopamine HCl supplementation on fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* in feedlot cattle. *Curr. Microbiol.* 53:340-345.

EDRINGTON, T. S., T. R. CALLAWAY, D. J. SMITH, K. J. GENOVESE, R. C. ANDERSON, e D. J. NISBET. 2006b. Effects of ractopamina HCl on *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* in vitro and on intestinal populations and fecal shedding in experimentally infected sheep and pigs. *Curr. Microbiol.* 53:82-88.

EFSA. European Food Safety Authority. 2009. Safety evaluation of ractopamine. Scientific Opinion of the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (Question No EFSA-Q-2008-433). *The EFSA Journal* 1041:1-52.

ELANCO ANIMAL HEALTH. Paylean product label. 2019. Disponível em: <https://www.elanco.us/products-services/swine/paylean>. Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). 1999. Freedom of Information Summary: Original New Animal Drug Application, NADA 140-863, Ractopamine hydrochloride (PAYLEAN®). Disponível em: [https://www.fda.gov.tw/upload/133/01%20US%20FDA%20\(evaluation%20of%20ractopamine%20for%20swine\).pdf](https://www.fda.gov.tw/upload/133/01%20US%20FDA%20(evaluation%20of%20ractopamine%20for%20swine).pdf). Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). 2002. Freedom of Information: Summary supplemental new animal drug application, NADA 140-863 ractopamine hydrochloride (PAYLEAN®). Disponível em: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/FOIADrugSummaries/ucm062442.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). 2006. Freedom of Information Summary, Supplemental New Animal Drug Application, NADA 140-863, PAYLEAN 9 and PAYLEAN 45 (Ractopamine Hydrochloride) Type A Medicated Article for Finishing Swine. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2006/11/21/E6-19615/new-animal-drugs-for-use-in-animal-feeds-ractopamine> Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COMMITTEE). 2016. Sustainable agriculture and farm animal welfare. Londres, Reino Unido. 18p. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/593479/Advice\\_about\\_sustainable\\_agriculture\\_and\\_farm\\_animal\\_welfare\\_-\\_final\\_2016.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/593479/Advice_about_sustainable_agriculture_and_farm_animal_welfare_-_final_2016.pdf). Acesso em 20 de fevereiro, 2019.

GREEN, B. T., M. LYTE, C. CHEN, Y. XIE, M. A. CASEY, A. KULKARNI-NARLA, L. VULCHANNOVA, e D.R. BROWN. 2004. Adrenergic modulation of *Escherichia coli* O157:H7 adherence to the colonic mucosa. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 287:1238-1246.

GRANT A. L., D. M. SKJAERLUND, W. G. HELFERICH, W. G. BERGEN, e R. A. MERKEL. 1993. Skeletal muscle growth and expression of skeletal muscle  $\alpha$ -actin mRNA and insulin-like growth factor I mRNA in pigs during feeding and withdrawal of ractopamine. *J. Anim. Sci.* 71:3319-3326.

GU, Y., A. P. SCHINCKEL, J. C. FORREST, C. H. KUEI, e L. E. WATKINS. 1991a. Effects of ractopamine, genotype and growth phase on finishing performance and carcass value in swine. I. Growth performance and carcass merit. *J. Anim. Sci.* 69:2685-2693.

GU, Y., A. P. SCHINCKEL, J. C. FORREST, C. H. KUEI, e L. E. WATKINS. 1991b. Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine: II. Estimation of lean growth rate and lean feed efficiency. *J. Anim. Sci.* 69:2694-2702.

HALLER, J., G. B. MAKARA, e M. R. KRUK. 1998. Catecholaminergic involvement in the control of aggression: hormones, the peripheral sympathetic and central noradrenergic systems. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 22:85-97.

- JAMES, B. W., FT. D. TOKACH, R. D. GOODBAND, J. L. NELSEN, S. S. DRITZ, K. Q. OWEN, J. C. WOODWORTH, e E. R. C. SULABO. 2013. Effects of dietary L-carnitine and ractopamine HCl on the metabolic responses to handling in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 91:4426-39.
- KINNEY, K. S., C. E. AUSTIN, D. S. MORTON, e G. SONNENFELD. 2000. Norepinephrine as a growth stimulating factor in bacteria mechanistic studies. *Life Sci.* 67:3075-3085.
- LIANG, W., e S. E. MILLS. 2002. Quantitative analysis of  $\beta$ -adrenergic receptor subtypes in pig tissues. *J. Anim. Sci.* 80:963-970.
- LIU, C. Y., A. L. GRANT, K. H. KIM, S. Q. JI, D. L. HANCOCK, D. B. ANDERSON, e S. E. MILLS. 1994. Limitations of ractopamine to affect adipose tissue metabolism in swine. *J. Anim. Sci.* 72:62-67.
- LIU, C. Y., D. K. GRANDY e A. JANOWSKY. 2014. Ractopamine, a livestock feed additive, is a full agonist at trace amine-associated receptor 1. *J. Pharmac. Exp. Therap.* 350:124-129.
- LYTE, M. 2010. Microbial endocrinology: a personal journey. In: Lyte, M. Freestone, PPE editors. *Microbial Endocrinology; Interkingdom Signalling in Infectious Disease and Health*. Springer, New York. p. 1-16.
- MARCHANT-FORDE, J. N., D. C. LAY JR., E. A. PAJOR, B. T. RICHERT, e A. P. SCHINCKEL. 2003. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 81:416-422.
- MARCHANT-FORDE, J. N., e R. POLETTO. 2015. Beta-agonists and animal welfare. AASV Annual Meeting: Beyond Our Oath: Integrity, Intensity, Professionalism. American Association of Swine Veterinarians. Proceedings of the AASV Annual Meeting, 1:471-474.
- MILLS, S. E., e C. Y. LIU. 1990. Sensitivity of lipolysis and lipogenesis to dibutyl-cAMP and beta-adrenergic agonists in swine adipocytes in vitro. *J. Anim. Sci.* 68:1017-23.
- MILLS, S. E., e M. E. SPURLOCK. 2003. Beta-adrenergic subtypes that mediate ractopamine lipolysis. *J. Anim. Sci.* 81:662-668.
- NELSON, R. J., e B. C. TRAINOR. 2007. Neural mechanisms of aggression. *Nature Rev. Neurosci.* 8:536-546.
- PENNY, R. H., H. J. GUISE, T. P. ROLPH, J. A. TAIT, A. M. JOHNSTON, S. A. KEMPSON, e G. GETTINBY. 1994. Influence of the beta-agonist salbutamol on claw horn lesions and walking soundness in finishing pigs. *Vet. Rec.* 135:374-381.
- PETERSON, C. M., C. M. PILCHER, H. M. ROTHE, J. N. MARCHANT-FORDE, M. J. RITTER, S. N. CARR, C. L. PULS, e M. ELLIS. 2015. Effect of feeding ractopamine hydrochloride on growth performance and responses to handling and transport in heavy-weight pigs. *J. Anim. Sci.* 93:1239-1249.
- POLETTO, R., M. H. ROSTAGNO, B. T. RICHERT, e J. N. MARCHANT-FORDE. 2009. Effects of a "step-up" ractopamine feeding program and social rank on growth performance, hoof lesions and Enterobacteriaceae shedding in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 87:304-313.
- POLETTO, R., R. L. MEISEL, B. T. RICHERT, H. W. CHENG, e J. N. MARCHANT-FORDE. 2010a. Behavior and peripheral amine concentrations in relation to ractopamine feeding, sex, and social rank of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 88:1184-1194.
- POLETTO, R., B. T. RICHERT, R. L. MEISEL, J. P. GARNER, H. W. CHENG, e J. N. MARCHANT-FORDE. 2010b. Aggressiveness and brain amines in pigs fed the  $\beta$ -adrenoreceptor agonist ractopamine. *J. Anim. Sci.* 88:3107-3120.
- POLETTO, R., H. W. CHENG, R. L. MEISEL, B. T. RICHERT, e J. N. MARCHANT-FORDE. 2011. Gene expression of serotonin and dopamine receptors and monoamine oxidase-A in the brain of dominant and subordinate pubertal domestic pigs (*Sus scrofa*) fed a  $\beta$ -adrenoreceptor agonist. *Brain Res.* 1381:11-20.
- POLETTO, R., e M. J. HÖTZEL. 2012. The Five Freedoms in the global animal agriculture market: Challenges and achievements as opportunities. *Animal Frontiers* 2: 22-30.
- RITTER, M. J., M. ELLIS, A. JOHNSON et al. 2005. A review of the fatigued pig syndrome. *J. Anim. Sci.* 83:258.
- RITTER, M. J., M. ELLIS, N. L. BERRY et al. 2009. Transport Losses in Market Weight Pigs: I. A Review of Definitions, Incidence, and Economic Impact. *Prof. Anim. Sci.* 25:404-414.

RITTER, M. J., A. K. JOHNSON, M. E. BENJAMIN, S. N. CARR, M. ELLIS, L. FAUCITANO, T. GRANDIN, J. L. SALAK-JOHNSON, D. U. THOMSON, C. GOLDHAWK, e M. S. CALVO-LORENZO. 2017. Review: Effects of Ractopamine Hydrochloride (Paylean) on welfare indicators for market weight pigs. *Transl. Anim. Sci.* 2017:1:533–558.

ROCHA, L. M., A. M. BRIDI, A. FOURY, P. FTORMEDE, A. V. WESCHENFELDER, N. DEVILLERS, W. BERTOLONI, e L. FAUCITANO. 2013. Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Pietrain genotypes. *J. Anim. Sci.* 91:3965–77.

SCHINCKEL, A. P., B. T. RICHERT, e C. T. HERR. 2002. Variation in the response of multiple genetic populations of pigs to ractopamine. *J. Anim. Sci.* 80:85–89.

SCHAEFER, A. L., S. D. FT. JONES, A. K. W. TONG, A. FT. B. DE PASSILLE, J. RUSHEN, e J. K. MERRILL. 1992. The effect of feeding the beta-adrenergic agonist ractopamine on the behaviour of market-weight pigs. *Can J. Anim. Sci.* 72:15–21.

SILLENCE, M. N., e M. L. MATTHEWS. 1994. Classical and atypical binding sites for beta-adrenoreceptor ligands and activation of adenylyl cyclase in bovine skeletal muscle and adipose tissue membranes. *Br. J. Pharmacol.* 111:866–872.

SILLENCE, M. N. 2004. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. *Vet. J.* 167:242–257.

SWAN, J. E., M. H. GILLIS, K. D. MILLER, J. D. MUEGGE, D. H. MOWREY, T. A. ARMSTRONG, W. C. WELDON, e M. J. RITTER. 2007. Effects of ractopamine on transport losses in market weight pigs. *J. Anim. Sci.* 85:127–8.

RITTER, M. J., A. K. JOHNSON, M. E. BENJAMIN, S. N. CARR, M. ELLIS, L. FAUCITANO, e T. GRANDIN et al. 2017. Effects of Ractopamine Hydrochloride (Paylean) on welfare indicators for market weight pigs. *Transl. Anim. Sci.* 1:533–558.

VAN DONKERSGOED et al. 2011. Comparative effects of zilpaterol hydrochloride and ractopamine hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and longissimus tenderness of feedlot heifers fed barley-based diets. *The Professional Animal Scientist* 27:116–121.

WILLIAMS, N. H., T. R. CLINE, A. P. SCHINCKEL, e D. J. JONES. 1994. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *J. Anim. Sci.* 72:3152–3162.

WOODS, A. L., T.A. ARMSTRONG, D.B. ANDERSON, T. E. ELAM, e A. L. SUTTON. 2011. CASE STUDY: Environmental benefits of ractopamine use in United States finisher swine. *Appl. Anim. Sci.* 27:492–499.



# CAPÍTULO 20 – EUTANÁSIA EM GRANJAS DE SUÍNOS

**Autores:** DALLA COSTA, F. A.\*; OLIVEIRA, S. E. O., GIBSON, T. J., LUDTKE, C. B., DALLA COSTA, O. A.

## 20.1. INTRODUÇÃO

Em qualquer sistema de produção, inevitavelmente, haverá a necessidade de eliminar animais doentes ou feridos quando não há alternativas de tratamento ou o tratamento for inviável economicamente. Geralmente, o método de insensibilização e eliminação é escolhido pelo próprio produtor, que nem sempre opta pelo método mais apropriado ou possui os conhecimentos técnicos necessários para empregá-lo corretamente (DALLA COSTA et al., 2019). De toda forma, o método menos estressante e aversivo deve ser escolhido, promovendo uma insensibilização imediata (súbita perda da consciência) e uma morte rápida (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV, 2012; COUNCIL DIRECTIVE 1099/2009, 2009).

Os métodos mais usados são: concussão cerebral por meio de traumatismo craniano (AVMA, 2001; CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV, 2012; WHITING et al., 2011), eletrocussão (AVMA, 2001; CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV, 2012) e anóxia por meio de dióxido de carbono (AVMA, 2001; CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV, 2012; SADLER et al., 2013, 2014). Quando utilizados corretamente, estes métodos são eficientes para insensibilizar e matar animais evitando sofrimentos prolongados e desnecessários. No entanto, a utilização correta desses métodos exige treinamentos devido à complexidade operacional e riscos aos operadores. Ademais, o método escolhido não deve parecer cruel à sociedade, a fim de evitar efeitos negativos à reputação do setor rural. Contudo, ainda existem dúvidas sobre quais são os melhores métodos e suas consequências para o bem-estar animal e a segurança dos operadores.

Neste capítulo abordaremos os fatores que devem ser considerados na escolha do método de insensibilização e descarte de suínos, considerando fatores relacionados ao bem-estar animal, particularidades de cada granja e segurança dos operadores.

## 20.2. MÉTODOS DE DESCARTE

### 20.2.1. Concussivos

O traumatismo craniano é o método mais utilizado para eliminação de suínos nas granjas (DALLA COSTA et al., 2019; MATTHIS, 2004). A concussão pode ser obtida por métodos mecânicos como, por exemplo, por meio de uma pistola de dardo cativo ou, no caso de animais jovens (até cinco quilogramas), através de um golpe contundente na cabeça do animal, que pode ser realizado com uma ferramenta rígida (exemplo: martelo ou barra de ferro; ver **Figura 1** a seguir) ou batendo a cabeça do animal contra uma superfície sólida e plana (ver **Figura 2** a seguir) (AVMA, 2001; CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV, 2012). Estes métodos consistem na transferência de energia cinética de um objeto para o cérebro do animal (FAROUK, 2013; OLIVEIRA et al., 2017, 2018).

**Figura 1.** Traumatismo craniano de leitões - martelo. **Crédito:** Filipe Dalla Costa/Osmar Dalla Costa



**Figura 2.** Traumatismo craniano de leitões - batendo a cabeça do animal contra uma superfície sólida e plana. **Crédito:** Filipe Dalla Costa/Osmar Dalla Costa



Pistolas de dardo cativo podem ser do tipo penetrante ou não-penetrante (ver **Figura 3** a seguir). A principal diferença entre os métodos penetrantes e não-penetrantes é que o primeiro é projetado para penetrar o crânio e alcançar o cérebro do animal, causando uma perda imediata da consciência devido ao dano permanente e irreversível ao cérebro. Já o segundo deve induzir a inconsciência por meio do impacto de um dardo de maior diâmetro contra o crânio do animal, podendo ser reversível ou não, dependendo da severidade do dano causado.



**Figura 3.** Comparação de dardos das pistolas de dardo cativo penetrante (equipamento branco com dado mais fino, longo e extremidade côncava para penetração) e não penetrante (bastão preto com dardo mais curto, com maior diâmetro e extremidade convexa). **Crédito:** Filipe Dalla Costa



Métodos que causem insensibilização por concussão, como no uso de pistola de dardo cativo não-penetrante, trauma contundente ou com uso de martelo, causam grande aceleração/desaceleração e fornecem muita força cinética (momentum), rotação e cisalhamento para a cabeça e o cérebro do animal. Em quadrúpedes, os eixos do cérebro e da medula espinhal são quase lineares, o que reduz a ação das forças rotacionais após o impacto e pode tornar o animal muito menos vulnerável à concussão (FINNIE et al., 2001). Além disso, os cérebros desses animais são mais bem protegidos do que os dos humanos por músculos temporais bem desenvolvidos e grandes seios frontais. Em contraste, o método penetrante fornece alta energia cinética focal, mas produz um momentum relativamente baixo (OMMAYA; GOLDSMITH; THIBAUT, 2002). O objetivo deste método é induzir uma forma profunda e irreversível de concussão (GREGORY; LEE; WIDDICOMBE, 2007), pois há destruição permanente do tecido cerebral na cavidade produzida pelo dardo (FINNIE, 2016; OLIVEIRA et al., 2018). Para ambos os métodos, a perda de consciência é causada pela combinação de dano direto ao cérebro e pela quantidade de energia cinética transmitida à cabeça do animal (GIBSON et al., 2015a; OLIVEIRA et al., 2017, 2018).

Eliminar suínos por meio de um golpe contundente na cabeça (de forma manual) é aceito como um método efetivo apenas para leitões de menos de três semanas de idade (até 5 kg) (AVMA, 2001; COUNCIL DIRECTIVE 1099/2009, 2009; WIDOWSKI; ELGIE; LAWLIS, 2008; WOODS; SHEARER; HILL, 2010). Sua frequente utilização é justificada pelo baixo / ausente custo e “facilidade de utilização”.

No entanto, golpear a cabeça dos animais é eticamente questionável devido a possíveis falhas operacionais para insensibilizar o animal, por ser um método esteticamente desagradável, que pode ser percebido como repulsivo pela sociedade, e consequentes efeitos aos operadores.

Existem vários riscos de acometer os leitões a situações de dor e sofrimento durante a utilização de golpe contundente (DALLA COSTA et al., 2019). Quando o operador não se sente confortável em realizar a prática ou não tem experiência suficiente, a técnica pode ser executada de forma inadequada (GIBSON et al., 2015a; OLIVEIRA et al., 2017; WALSH; PERCIVAL; TURNER, 2017). Em situações em que a posição de impacto desejada

não é atingida no primeiro momento, o impacto pode ser absorvido principalmente pelo corpo e pelos ombros, causando uma concussão incompleta. Isso pode ser agravado pela percepção da dor causada por lesões não concussivas associadas caso o animal continue consciente após a primeira tentativa de eliminação. Existe o risco de animais com concussão incompleta demorarem significativamente mais tempo a morrer, resultando em períodos intercalados de consciência e inconsciência até a morte.

O desempenho adequado depende da velocidade aplicada à cabeça, da experiência com a técnica, do treinamento adequado e da frequência de execução (DALLA COSTA et al., 2019; GIBSON et al., 2015a; OLIVEIRA et al., 2017). Com base nos reflexos dos animais, o uso do golpe contundente (ao acertar cabeças de leitões com um martelo de 227g) mostrou uma alta taxa de falha (12%; 6/50), que foi similarmente encontrada quando empregado em outras espécies (22%) (WALSH; PERCIVAL; TURNER, 2017). Apesar dos danos ao crânio e ao cérebro, esses resultados sugerem uma baixa efetividade da técnica na execução prática. Além disso, uma vez que o animal pode apresentar tentativas de se levantar e agonizar após o golpe, o reatordoamento do animal pode se tornar difícil, perigoso e psicologicamente exaustivo para o operador.

Poucos estudos avaliaram a eficácia dos equipamentos usados para descarte e eliminação de suínos. O uso de PDC (Pistolas de Dardo Cativo) pode ser uma alternativa eficaz para promover concussão cerebral, com menos riscos de comprometer o bem-estar animal se realizado corretamente. Um estudo (WIDOWSKI; ELGIE; LAWLIS, 2008) examinou o uso de PDC não-penetrante (Zephyr-Rabbit Stunner) e observou que 85% dos leitões ficaram imediatamente inconscientes após o disparo. No entanto, os autores relataram que o método ainda precisa ser melhorado devido a alguns animais (15%) sofrerem concussão incompleta e apresentarem sinais de retorno à consciência.

Após algumas modificações e melhorias nesse equipamento, foi verificado que a pistola foi capaz de produzir perda de reflexos de consciência, lesões cerebrais irreversíveis e a morte dentro de aproximadamente 3,75 min em 100% dos leitões (CASEY-TROTT et al., 2013, 2014). Resultados semelhantes de eficácia utilizando a mesma marca de pistola foram posteriormente encontrados por outros grupos - para leitões de 10,9 kg (GRIST et al., 2017) e coelhos (WALSH; PERCIVAL; TURNER, 2017), indicando o método como uma potencial alternativa no campo, sendo recomendado como um método humanitário para o descarte de leitões (do nascimento até os 49 dias de idade;  $\pm 9$  kg).

No entanto, dependendo do tamanho e idade dos animais, o método não-penetrante pode se tornar ineficaz. Por exemplo, em suínos em crescimento (15-18 kg), a PDC não-penetrante (Karl Schermer & Co, Karlsruhe, Alemanha) causou fratura apenas na face externa do osso cranial (FINNIE et al., 2003) e hemorragia leve na subaracnóide e na base do cérebro em somente 33% (2/6) dos animais testados. A pistola de dardo cativo penetrante foi mais efetiva em atordoar animais maiores (menos animais exibindo reflexos de consciência após o disparo) do que a não-penetrante (GIBSON et al., 2012, 2019; OLIVEIRA et al., 2018; SHARP et al., 2015). Quando testada em ovelhas, houve um maior número de fraturas no crânio causadas pelo método penetrante em comparação com o não penetrante (100% vs. 50%, respectivamente) (FINNIE et al., 2000).

Estudos de patologia cerebral macroscópica observaram lesão hemorrágica grande, profunda e bem definida na região cortical, com severa destruição e perda do tecido neural pelo método penetrante, com uma lesão primária no tálamo e uma hemorragia focal na medula e na ponte. A pistola de dardo cativo não-penetrante com 24 J (ver **Tabela 1** a seguir) causou fratura cranial em 100% dos leitões (até 3,9 mm de espessura de osso cranial) (CASEY-TROTT et al., 2014). Finnie (FINNIE et al., 2000) relatou apenas hematomas com hemorragia focal em um lado da substância branca central, porção rostral do tronco cerebral e tálamo, sem apresentar contusão contralateral. Altos índices de hemorragia

subcutânea, subdural e cerebral em regiões posteriores do cérebro, do mesencéfalo e do córtex também foram relatados em coelhos descartados com PDC não-penetrante (WALSH; PERCIVAL; TURNER, 2017). O córtex frontal é responsável pelo processo sensorial e sinalização para o tronco cerebral (GAETZ, 2004; SHAW, 2002). Esta região do cérebro é diretamente afetada pela penetração do dardo da PDC. Além disso, a presença de hemorragia e coágulos sanguíneos aumentam a pressão intracraniana, que é uma condição letal (YOUNG; DESTIAN, 2002). Considerando-se os danos cerebrais (lesões focais e difusas) e perda de sinais clínicos de consciência, o uso de métodos penetrantes foi considerado efetivo para várias espécies, como alpacas (GIBSON et al., 2015b), ovelhas (FINNIE et al., 2000) e bovinos (OLIVEIRA et al., 2018).

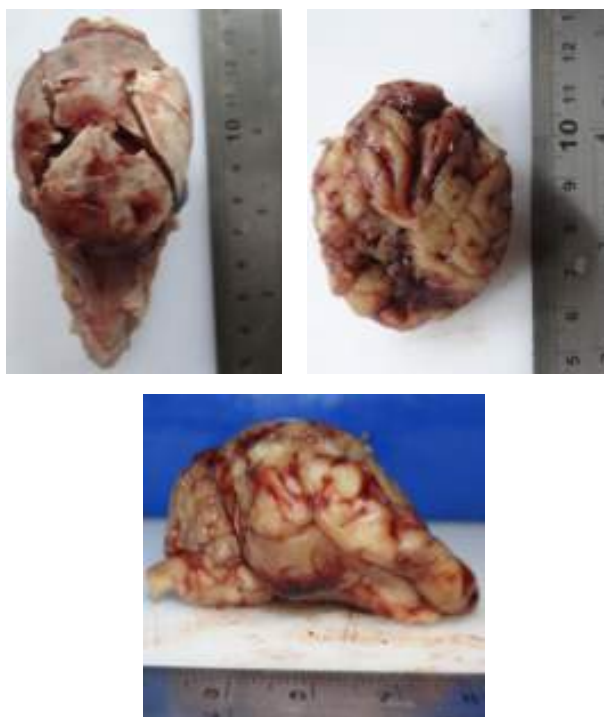
As figuras abaixo apresentam lesões encontradas em animais mortos por métodos de dardo cativo penetrante e não penetrante. Na **Figura 4** a seguir é possível observar inicialmente que o dardo cativo penetrante causou uma fratura linear no osso parietal, saindo do local de disparo no sentido caudal e extrusão de massa encefálica (A e B). No cérebro, houve separação dos hemisférios devido ao trauma (B), presença de uma extensa área hemorrágica circundando os ambos hemisférios (B e C) e grave lesão desde o lobo frontal até a região medular (B, C e D) com perda de tecido devido à passagem do dardo.

**Figura 4.** Lesões macroscópicas produzidas pelo método de dardo cativo penetrante em um suíno de 2-7 kg. **Crédito:** Filipe Dalla Costa



Já com o método de pistola de dardo cativo não penetrante (ver **Figura 5** a seguir), encontrou-se um maior número de fraturas lineares no crânio (A) e menor extensão de hemorragia ao redor do cérebro, com lesões mais concentradas somente na região frontal, parietal e temporal (B, C e D).

**Figura 5.** Lesões macroscópicas produzidas pelo método de dardo cativo penetrante em um leitão de até 2 kg.



Embora a PDC penetrante seja eficaz para algumas espécies (FINNIE et al., 1999, 2000, 2001; GIBSON et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2018), aspectos anatômicos da cabeça dos animais podem influenciar a transferência de energia cinética. Os suínos adultos apresentam seios frontais grandes, cavidade craniana curvada, cérebro alongado e relativamente estreito, e cerebelo curto e largo (FINNIE et al., 2003). Os seios frontais, que são relativamente maiores do que em outras espécies, podem reduzir a eficiência da transferência de energia cinética no momento do impacto do dardo cativo para a região frontal da cabeça. Assim, ainda são necessários mais estudos utilizando maiores valores de energia cinética e comprimentos de dardo para compensar a energia dissipada que atravessa os grandes seios frontais ou que possam fraturar os grossos ossos do crânio e causar dano cerebral significativo para induzir inconsciência (BLUMBERGS, 1997; FINNIE et al., 2003; GRAHAM; GENNARELLI, 1997).

Concussões incompletas devido ao uso inadequado destes métodos podem resultar em dor e estresse. Quando um animal apresenta quaisquer sinais de retorno à consciência, um segundo disparo deve ser realizado na posição correta ou próximo a esta, com a intenção de causar danos diretos ou indiretos no tronco cerebral (GIBSON et al., 2018). Essa estrutura é responsável pelos bioritmos nos mamíferos, como respiração rítmica e ritmo cardíaco (SHAW, 2002). Com base nas avaliações de EEG (Eletroencefalograma), os leitões com concussões incompletas (31 dias de idade) podem retornar à consciência em até 25 segundos após o atordoamento e só apresentarem morte encefálica 115 segundos após a sangria (BLACKMORE; NEWHOOK, 1981).

As pistolas de dardo cativo penetrante acionadas por molas foram desenvolvidas para uso em porquinhos-da-índia e coelhos, sendo supostamente eficazes para o descarte de leitões. No entanto, um estudo com cangurus jovens mostrou que esse equipamento foi ineficaz (Dick KTBG e Finito 244; ver **Tabela 1** a seguir). Traumas concussivos, penetrante ou

não, têm menor eficácia para animais jovens, o que pode estar associado às características de seus crânios, que são mais flexíveis e menos ossificados e dissiparia a energia do dardo antes da sua transferência para o cérebro (SHARP et al., 2015; SVENDSEN et al., 2008). Assim, com base na eficácia e diferenças anatômicas, são necessários estudos específicos para cada espécie, de acordo com a idade e o tamanho dos animais (categoria), para definir métodos humanitários de eliminação e descarte.

A **Tabela 1** a seguir apresenta um resumo e uma descrição sobre os diferentes modelos de equipamentos testados e disponíveis no mercado. Esses dados podem ser utilizados para orientar a aquisição e utilização dos equipamentos de acordo com cada categoria animal e realidades encontradas em cada propriedade rural.

**Tabela 1.** Desempenho de pistolas de dardo cativo (PDC) de acordo com o modelo e potência de cartucho.

| <b>Modelos de PDC</b>          | <b>Cartucho/Potência</b>      | <b>Peso do dardo (g)</b> | <b>Média do pico de velocidade de disparo (m.s<sup>-1</sup>)</b> | <b>Velocidade de disparo</b> | <b>Média do pico de energia cinética (J)</b> | <b>Referência</b>                 |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Cash Poultry Killer - CPK      | 1.0 gr brown                  | 179                      | 29.1                                                             | 19.3 - 30.9                  | 75.9                                         | Gibson et al. 2017                |
| Turkey Euthanasia Device - TED | Propano                       | 61                       | 30.4                                                             | 25.4 - 30.9                  | 28.4                                         | Gibson et al. 2017                |
| Zephyr-EXL                     | 120 psi - compressor portátil | 69                       | 26.6                                                             | 14.2 - 27.7                  | 24.4                                         | Gibson et al. 2017                |
| Dick KTBG                      | Mola                          | 120                      | 9.1                                                              | 8.4 - 12.7                   | 4.94                                         | Sharp et al. 2015                 |
| Finito 244                     | Mola                          | 102                      | 8.8                                                              | 8.2 - 9.2                    | 3.92                                         | Sharp et al. 2015                 |
| .22 Cash Special               | 1.0 gr                        | 211                      | 30.3                                                             | 24.1 - 34.6                  | 97.0                                         | Gibson et al. 2015                |
| .22 Cash Special               | 1.25 gr Rosa                  | 211                      | 44.6                                                             | 41.4 - 45.8                  | 210.0                                        | Gibson et al. 2015                |
| .22 Cash Special*              | 5 gr Vermelho                 | 211                      | 68.6                                                             | 67.5 - 71.3                  | 496.3                                        | Dados não publicados <sup>1</sup> |
| .22 CTrade TEC 10*             | 4 gr Verde                    | 182                      | 71.5                                                             | 67.2 - 77.1                  | 464.0                                        | Dados não publicados <sup>1</sup> |
| .22 Gil Umana*                 | 3 gr Branco                   | 180                      | 90.2                                                             | 79.9 - 123.3                 | 732.9                                        | Dados não publicados <sup>1</sup> |
| .22 GIL Umana*                 | 4 gr Verde                    | 180                      | 81.3                                                             | 66.0 - 127.7                 | 612.7                                        | Dados não publicados <sup>1</sup> |
| .22 GIL Umana*                 | 5 gr Vermelho                 | 180                      | 94.0                                                             | 75.8 - 116.6                 | 796.2                                        | Dados não publicados <sup>1</sup> |

\* Pistolas que potencialmente podem ser utilizadas para suínos de terminação e adultos.

<sup>1</sup> Dados não publicados da base de dados dos autores

## 20.2.2. Desempenho do PDC e cartuchos de diferentes potências

Cartuchos de potência mais altas são geralmente recomendados para animais maiores por resultarem na transferência de valores maiores de energia cinética. Contudo, isso nem sempre se reflete na prática. Uma comparação do desempenho de diferentes combinações de cartuchos usadas na pistola 22 GIL Umana é apresentada na **Figura 7** a seguir.

Esses dados foram obtidos pela análise da velocidade do dardo obtida por um equipamento eletrônico. Esse protótipo experimental consiste em um barril com seis pares de feixes de laser. Assim, como a distância entre os sensores já é conhecido, o tempo de cruzamento entre dois pares de sensores é registrado e a velocidade média é calculada e armazenada para análise, como mostrado na **Figura 6** a seguir.

**Figura 6.** Avaliação da velocidade de pistolas de dardo cativo. **Crédito:** Filipe Dalla Costa/Steffan Edward

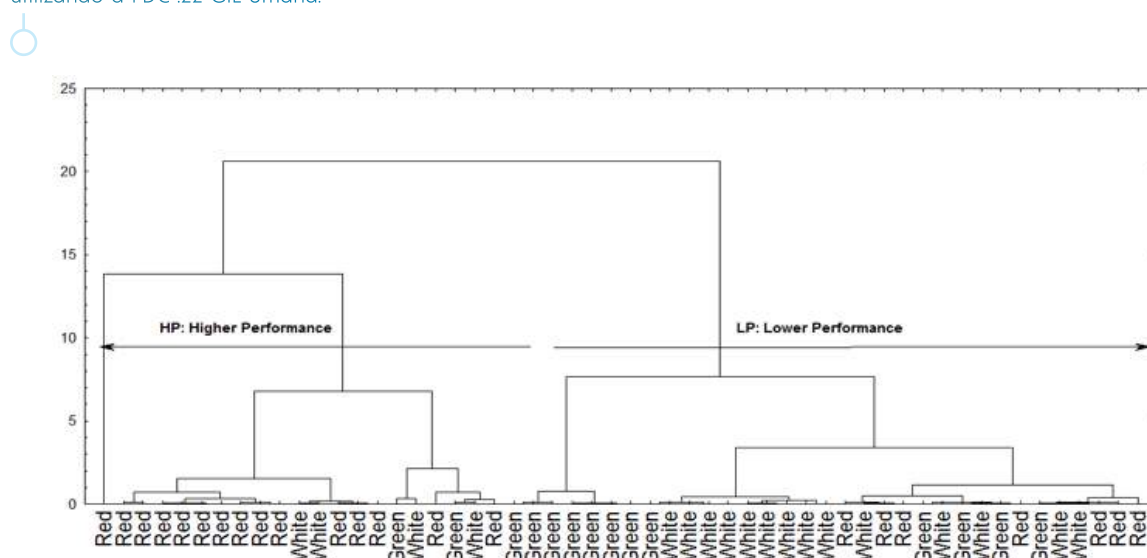


A análise de agrupamento (ver **Figura 7** a seguir) separou os cartuchos em maior (HP; à esquerda) e menor desempenho (LP; à direita) de acordo com o pico da velocidade do dardo e energia cinética calculada. O grupo HP é formado principalmente por cartuchos vermelhos ("Red" 15 de um total de 21 disparos), enquanto LP por cartuchos brancos ("White" 14/33) e verdes ("Green" 12/33). No entanto, alguns dos cartuchos vermelhos apresentaram desempenho menor do que os brancos nos disparos, e alguns dos cartuchos brancos foram posicionados perto dos cartuchos do grupo HP. As médias de pico de velocidade e energia cinética (dados apresentados na **Tabela 1** a seguir) entre os cartuchos de diferentes potências não foram diferentes estatisticamente ( $P > 0,05$ ) quando testados na PDC .22 GIL Umana. O desempenho do PDC pode ser afetado por fatores como: quantidade de pólvora no cartucho, armazenamento dos cartuchos e umidade no interior da câmara de explosão da pistola (igual para todos os cartuchos nesse teste), que influencia na queima da pólvora; e manutenção da PDC, principalmente removendo o acúmulo excessivo de carbono no cano do PDC e ao redor dos amortecedores da PDC (GIBSON et al., 2015a; GRANDIN, 1980, 1994, 2002; GREGORY; SHAW, 2000). A variação de desempenho entre as mesmas cores de cartuchos pode indicar variações no controle de qualidade durante a fabricação. Alguns estudos estrangeiros observaram variações de desempenho similares (BRISTOL, 2016; GIBSON et al., 2015a). Neste estudo, a energia



cinética encontrada para estas pistolas foi maior do que as encontradas na literatura para insensibilizar touros adultos usando diferente tipos de PDC (127 – 200 J) (BLACKMORE, 1985; GIBSON et al., 2012). Assim, em teoria, esses dados do teste de .22 GIL Umana, Cash Special (5 gr Red) e CTrade TEC 10 (4 gr Green) sugerem que as combinações testadas de PDC / cartucho podem ser potencialmente eficazes em produzir inconsciência irreversível em suínos desde o nascimento até a fase adulta. As PDC desenvolvidas para atordoamento de búfalos, como a Magnum XL com cartuchos de 6 gramas (Acceles e Shelvoke Ltd) e a Schermer KL (Karl Schermer GmbH & Co), podem ser uma alternativa para suínos adultos (DE LA CRUZ et al., 2018). No entanto, para fins de novas recomendações, mais estudos são necessários sobre a energia cinética mínima necessária para insensibilizar suínos adultos, os sinais clínicos dos animais após a insensibilização e patologia cerebral macroscópica; devido a algumas particularidades na anatomia dos suínos.

**Figura 7.** Dendograma formado pelo pico de velocidade e energia cinética transmitida através do dardo em 54 disparos utilizando a PDC .22 GIL Umana.



### 20.2.3. Prevenção de acidentes utilizando a PDC

Apesar das preocupações sobre acidentes usando o PDC para matar animais (MATTHIS, 2004), lesões causadas pela pistola de dardos são raramente relatadas. A maioria dos casos relatados refere-se a homicídio (BETZ et al., 1993; CAIRD et al., 2000; SIMIC et al., 2007) e suicídio (CAIRD et al., 2000; GNJIDIĆ et al., 2002; GRELLNER; BUHMANN; WILSKÉ, 2000; VIEL et al., 2009; VIOLA et al., 2004), especialmente de países europeus (KATTIMANI; SHETTY; MIRZA, 2016), com taxa de mortalidade de mais de 60% (GNJIDIĆ et al., 2002; KATTIMANI; SHETTY; MIRZA, 2016). Devido à característica das armas, o uso de pistolas de dardos cativos para homicídios é incomum. Ferimentos graves podem ser causados apenas quando as armas são disparadas a uma distância menor que 10 cm do alvo (BETZ et al., 1993; JANSSEN; STIEGER, 1964). Muitos acidentes relacionados com o trabalho na produção podem ser evitados com orientação adequada e programas de treinamento (CASEY-TROTT et al., 2014; WHITING et al., 2011). Por exemplo, o acidente relatado envolvendo um homem que acidentalmente atirou em sua coxa enquanto segurava um bezerro entre suas pernas durante o procedimento de eliminação do animal na produção (KATTIMANI; SHETTY; MIRZA, 2016). Esse tipo de acidente poderia ter sido evitado usando técnicas de contenção apropriadas e treinamentos para os operadores.

## 20.2.4. Armas de fogo

Armas de fogo também podem ser utilizadas no descarte de suínos adultos nas granjas devido à maior velocidade do projétil (580–770 ms<sup>-1</sup>), e pelo fato de um projétil de pequena massa disparado na cabeça fornecer significativamente mais energia cinética do que o dardo de uma pistola de dardo cativo (ANIL, 2012; GIBSON et al., 2012, 2015c, 2015a; SCHIFFER et al., 2014). Com um disparo com armas de fogo, a perda de consciência é causada pela quantidade de energia cinética liberada e consequente laceração cerebral, o que evita que os animais recuperem a consciência.

Com base em lesões nas estruturas cerebrais relacionadas à perda de consciência, o uso de várias armas de fogo e munições (pistola .45, carabina .223 e escopeta calibre 12) podem ser utilizadas na prática (THOMSON et al., 2013). Projéteis sólidos de 16 mm disparados por uma espingarda de calibre 12 resultaram em energia cinética de 3.334 J (25 g x 4882 m.s<sup>-1</sup>) e 2.251 J (28 g x 4012 m.s<sup>-1</sup>) e penetraram no crânio de suínos machos e fêmeas adultas, enquanto um projétil de 9 mm com 178 J não penetrou no crânio de suínos em terminação (75 kg) (BLACKMORE, 1985; BLACKMORE et al., 1995) e causou dano insuficiente para garantir uma morte rápida (BLACKMORE et al., 1995; THOMSON et al., 2013). Curiosamente, observou-se que, para alguns suínos machos adultos, mesmo um tiro certo de uma espingarda calibre 12, quando disparada com 50 cm de distância da cabeça, tem energia insuficiente para penetrar na calota craniana e entrar no cérebro para causar inconsciência e morte.

Gibson et al. (GIBSON et al., 2015c) concluíram que um rifle .22 foi eficaz para causar insensibilidade instantânea e irreversível em cavalos e pôneis devido ao dano extensivo a múltiplas regiões cerebrais. O posicionamento correto e o ângulo do tiro são essenciais para a efetividade. Enquanto Schiffer et al. (SCHIFFER et al., 2014) encontraram danos cerebrais mais severos em bovinos com tiros disparados na posição frontal do que na lateral (.22 Hornet e Magnum com munições com calibre de 30–06; 9,3 x 62). Finnie (FINNIE, 1993) relatou danos cerebrais mais severos que resultaram em morte quando as ovelhas foram atingidas de uma posição lateral para a região temporal da cabeça (rifle .22; balas de baixa e alta velocidade). Burnet (BURNETT, 1991) relatou fragmentos ósseos no cérebro de porcos atingidos na cabeça. Embora os tiros possam entrar na posição recomendada, variações no ângulo do projétil altera as trajetórias das balas, o que pode influenciar a gravidade do dano cerebral (MILLAR; MILLS, 2000).

A eficácia durante o uso de armas acionadas por cartuchos de pólvora é determinada pelos seguintes fatores:

- Armazenamento adequado de cartuchos - sem umidade;
- Escolha do tipo de arma;
- Potência do cartucho e comprimento do dardo;
- Velocidade do dardo/projétil e quantidade de energia cinética transferida para a cabeça dos animais;
- Contenção dos animais;
- Treinamento/experiência do operador;
- Posição e ângulo corretos (variações entre tamanho do animal e ângulo de disparo);
- Dano cerebral;
- Realização de sangria após a insensibilização ou pithing (destruição cerebral).

## 20.2.5. Métodos elétricos

Os métodos elétricos envolvem a passagem de corrente elétrica pela cabeça do suíno e resulta em insensibilização e inconsciência por meio da indução ao estado de epilepsia. Esse método pode ser feito em combinação com a aplicação de corrente no coração para induzir parada cardíaca ou deve ser seguido da sangria do animal para evitar o retorno à consciência. O objetivo é causar rápida inconsciência e insensibilidade antes da percepção da dor associada ao método. Em mamíferos, tem sido relatado que a insensibilização elétrica induz a inconsciência dentro de 100 ms da aplicação, o que evita que a transmissão de impulsos nociceptivos via sistema nervoso central sejam percebidos como dor, o que ocorre entre 100-150 ms (WOTTON, 1996).

Vários dispositivos como unidades móveis, menores que os usados em abatedouros, são usados para insensibilizar e descartar suínos por eletrocussão. Idealmente, insensibilizadores elétricos móveis devem ter um transformador, caixa de segurança e dois eletrodos que são alocados na cabeça do animal (DENICOURT et al., 2010; MORES; MORES, 2014). A insensibilização elétrica pode ser executada de três formas diferentes. Isso pode ser feito aplicando-se uma corrente elétrica somente na cabeça, ou então, aplicada na cabeça e seguida de uma segunda corrente aplicada no peito, atrás da posição do coração (atordoamento cabeça-peito/peito), ou nas costas (atordoamento cabeça-costas) para induzir fibrilação ventricular cardíaca.

Quando uma insensibilização é realizada somente na cabeça, um procedimento secundário, como a sangria, deve ser executada para impedir a recuperação da consciência. No entanto, alguns sistemas caseiros, que muitas vezes não são recomendados e aceitos por órgãos competentes (tanto em termos de saúde e segurança do operador quanto de bem-estar animal) variam na aplicação e forma dos eletrodos (clipes popularmente chamados de jacaré) que são geralmente aplicados na orelha e virilha ou cauda. Existem problemas significativos de bem-estar animal e saúde e segurança do operador com esses sistemas caseiros. A aplicação dos eletrodos de garra jacaré, que geralmente são clipes grandes de cabos de ligação de carros, pode causar dor. A corrente elétrica, em alguns casos, pode ser insuficiente para causar inconsciência e até mesmo ignorar principalmente o cérebro, causando parada cardíaca sem inconsciência.

Nestes casos, a morte encefálica será por hipóxia associada à falta de suprimento sanguíneo cerebral, que se prolongará até a morte e resultará em sofrimento. No entanto, este método é atrativo devido ao seu baixo custo e por reduzir as convulsões clônicas após a insensibilização, o que se deve à inibição da função da medula espinhal (DALLA COSTA et al., 2019).

Para o uso no campo, o sistema caseiro conectado à fonte de alimentação doméstica (110 e 220 V, 50-60 Hz) geralmente não garante a corrente mínima recomendada de 1,3 A (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA), 2004). Além disso, sem utilizar o gerador, a corrente será atraída por diferença de potencial elétrico. Dessa forma, a corrente mínima necessária para tornar o animal inconsciente pode não ser atingida para animais recém-nascidos e leitões pequenos.

Quando usados eletrodos em boas condições e corretamente posicionados na cabeça de suínos, uma tensão mínima de 240-250 V é necessária para atingir o fluxo de corrente necessário (DENICOURT et al., 2010; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA), 2004). Para insensibilização elétrica com equipamentos comerciais, os eletrodos devem ser aplicados corretamente para fornecer uma corrente elétrica mínima de 1,3 A contínuo durante pelo menos um segundo para tornar os animais inconscientes instantaneamente (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA), 2004; HOENDERKEN, 1978). Embora os suínos percam a

consciência em menos de um segundo, esse tempo é recomendado devido à facilidade de mensuração e para garantir a eficácia do atordoamento elétrico.

## 20.2.6. Gás

A inalação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) reduz o pH do sangue e do líquido cefalorraquidiano, o que provoca acidose intracelular respiratória, metabólica e nas células cerebrais e induz a um estado de inconsciência no animal (LAMBOOIJ et al., 1999; MARTOFT et al., 2003; RAJ, 2008b). Devido à diminuição mais rápida (58 s) do pH intracelular (de 7,28-6,73), os suínos são rapidamente anestesiados pela inalação de alta concentração de CO<sub>2</sub> (90%) (MARTOFT et al., 2003).

Baseado nisso, altas concentrações de CO<sub>2</sub> foram relatadas para reduzir a atividade do cérebro e sinais clínicos de consciência (FORSLLID, 1987; RAJ et al., 1997; RING et al., 1988). Neste sistema, os suínos são colocados em uma caixa fechada pré-preenchida com uma alta concentração de gás (≥85-90%). Para melhorar a eficácia da insensibilização, o tempo mínimo de ciclo deve ser maior que 130 segundos e a caixa pré-preenchida com o gás por pelo menos cinco minutos deve ser usada para uma morte efetiva sem necessidade de sangramento para esse tempo de exposição (NATIONAL PORK BOARD, 2009).

Em altas concentrações de CO<sub>2</sub> (95%-80%), Verhoeven et al. (VERHOEVEN et al., 2016) relataram perda de consciência de suínos em 33-47 segundos, com EEG (eletroencefalograma) isoeletrico entre 64-75 segundos e perda de postura/colapso em 10 segundos antes do EEG isoeletrico. Os autores relataram comportamentos relacionado ao desconforto como movimentos de irritação das narinas, tentativas de recuo, movimentos laterais da cabeça, convulsões e engasgos em altas concentrações de CO<sub>2</sub>.

A toxicose induzida por CO<sub>2</sub> é um processo gradual e não é instantânea como outros métodos. Apesar das melhorias em muitos sistemas comerciais de CO<sub>2</sub>, o uso de dióxido de carbono como método de insensibilização e morte para suínos ainda está em estudo devido a preocupações com o bem-estar animal. Os animais apresentam respostas aversivas à exposição ao dióxido de carbono (ANTON; EUCHNER; HANDWERKER, 1992; LEACH et al., 2002, 2004) devido à formação de ácido carbônico nas mucosas.

Mesmo em menor concentração (30-54%), seres humanos expostos ao CO<sub>2</sub> apresentaram sensações dolorosas. Humanos relataram os limiares para nociceptores de: 31-34% CO<sub>2</sub> para córnea (CHEN et al., 1995; FENG; SIMPSON, 2003); 54% de CO<sub>2</sub> para conjuntiva (FENG; SIMPSON, 2003); 40-50% de CO<sub>2</sub> para a mucosa nasal (ANTON; EUCHNER; HANDWERKER, 1992; DANNEMAN; STEIN; WALSHAW, 1997; THÜRAUF et al., 2002) e 48% para a dor excessiva (CHEN et al., 1995). Além do componente nocivo do CO<sub>2</sub>, há preocupações associadas à sensação de falta de ar induzida e à experiência de ansiedade e angústia antes do início da inconsciência em uma concentração de 8% (BEAUSOLEIL; MELLOR, 2015; DRIPPS; COMROE, 1947; LIOTTI et al., 2001). Sensação desconfortável de urgência para respirar é observada no início da exposição ao CO<sub>2</sub>. Esse desconforto respiratório aumenta em resposta à inalação de CO<sub>2</sub> (BANZETT et al., 1996; LIOTTI et al., 2001; VERHOEVEN et al., 2016).

A dor é um sinal de condições prejudiciais e possíveis danos aos tecidos do corpo. Dispneia e falta de ar são comportamentos indicativos de ventilação inadequada na exposição a CO<sub>2</sub>. Nessa condição, o excesso de dióxido de carbono atua como um agente nocivo aos tecidos pulmonares e às condições fisiológicas do corpo. Para prevenir danos nos tecidos e problemas iminentes, uma série de reações é desencadeada para atender à necessidade de restaurar os níveis adequados de oxigênio e o equilíbrio ácido-base (BANZETT; GRACELY; LANSING, 2007; VELARDE; RAJ, 2016). Portanto, os suínos experimentam

sensações angustiantes durante a exposição ao CO<sub>2</sub> devido ao estímulo doloroso e às suas reações.

Diversos estudos utilizando misturas de gases foram avaliados para encontrar um método mais rápido e eficaz de insensibilização e morte. Outros gases como argônio (FIEDLER et al., 2016) e óxido nitroso (RAULT et al., 2013, 2015) são alternativas menos aversivas para suínos. No entanto, a literatura é contraditória em conclusões de uso de mistura de gases (RAJ, 1999; SADLER et al., 2014). Perda de postura pode ser considerada o primeiro sinal de inconsciência. Do ponto de vista do bem-estar animal, o argônio parece ser menos aversivo e efetivo em interromper a atividade cerebral. Os suínos mostraram menor aversão a 90% de argônio do que a mistura de gás com nitrogênio e CO<sub>2</sub> (DALMAU et al., 2010; LLONCH et al., 2012). Tempos semelhantes de perda de postura (15-18 segundos) foram encontrados para 90% de argônio, 80-90% de CO<sub>2</sub> e mistura de 60% de argônio + 30% de CO<sub>2</sub> (RAJ, 1999). O tempo de perda das respostas de sinais clínicos foi menor em 90% de argônio do que nas misturas de gases (60% de argônio + 30% de CO<sub>2</sub>) e 90% de CO<sub>2</sub> (RAJ et al., 1997). Embora a perda de sensibilidade de suínos seja mais rápida em 90% de argônio, houve um tempo maior para obter um EEG isoeletrico. Uma exposição à mistura de 85% de nitrogênio e 15% de dióxido de carbono por 180 s foi recomendada para induzir a inconsciência (EEG isoeletrico) em suínos, com duração aproximada de 48 segundos (DEFRA, 2010).

Com base nos achados da literatura (RAJ, 1999; RAJ et al., 1997), as quatro alternativas seguintes de exposição a gases podem ser consideradas no descarte de suínos:

1. Cinco minutos de exposição à mistura gasosa (60% de argônio + 30 CO<sub>2</sub>) seguido de sangramento (dentro de 45 segundos);
2. Sete minutos de exposição à mistura gasosa (60% de argônio + 30 CO<sub>2</sub>);
3. Sete minutos de exposição ao argônio seguido de sangramento;
4. Exposição ao argônio por mais de 7 minutos.

No entanto, com base em observações comportamentais (como perda de postura, ataxia e reflexo de endireitamento onde o animal tenta recuperar a postura), mesmo em altas taxas de fluxo, a mistura gasosa de 50% argônio + 50% CO<sub>2</sub> não mostrou vantagens para o bem-estar animal, nem eficácia em neonatos e leitões desmamados (SADLER et al., 2014).

Óxido nitroso é comumente conhecido como gás do riso. Seu uso inclui benefícios como alívio da dor, sedação e efeitos ansiolíticos (RAULT et al., 2013). Devido à sua facilidade de manuseio (não inflamável, legalidade de avaliação e baixo custo), o desenvolvimento de equipamentos na produção para descartar suínos pode promover o bem-estar animal durante esses procedimentos. Apesar de seu tempo mais longo para a morte, comparado a 90% de CO<sub>2</sub> e misturas gasosas (60% N<sub>2</sub>O + 30% CO<sub>2</sub>; 60% Argônio + 30% CO<sub>2</sub>; 60% N<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub>), a exposição de suínos ao N<sub>2</sub>O causou anestesia sem causar comportamento de agitação excessiva. Portanto, o uso de N<sub>2</sub>O seguido de parada cardíaca, sangramento ou imersão em CO<sub>2</sub> poderia apresentar benefícios (RAULT et al., 2013, 2015).

O uso da espuma como método de eliminação tem sido discutido dentro da comunidade científica (BERG; RAJ, 2015). Essa técnica consiste em encher uma caixa com espuma de alta expansão (grandes bolhas) com nitrogênio puro ao invés de gás. A espuma usada no método é feita de bolhas de gás presas em solução aquosa e espuma concentrada (detergente) que envolve o animal (RAJ, 2008a). Ao contrário do que se pensava anteriormente (BENSON et al., 2007; GURUNG et al., 2018a; THORNBERRY; RUBIRA; STYLES, 2014), um estudo recente sugere que a espuma provoca a morte por hipóxia sem causar obstrução mecânica.

Espumas com gases como CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> foram avaliadas (GURUNG et al., 2018a; MCKEEGAN et al., 2013). Embora o CO<sub>2</sub> tenha gerado uma morte mais rápida em aves, o nitrogênio

apresentou mais vantagens, como melhor qualidade do gás (alta expansão) e menor aversão (GURUNG et al., 2018a; MCKEEGAN et al., 2013). Além disso, a redução do contato do operador com os animais e a redução da utilização de gás podem tornar a técnica mais viável para o descarte de suínos, especialmente em casos de problemas sanitários (DAWSON et al., 2006; GURUNG et al., 2018a, 2018b; MCKEEGAN et al., 2013). No entanto, devido ao longo tempo gasto para perder a consciência dos leitões (10-12 minutos, com convulsões que terminam 77s após a imersão na espuma) (MARAHRENS et al., 2017) e sinais de alguns animais recuperando a consciência, a espuma de nitrogênio precisa de melhorias significativas. Além disso, estudos que avaliem diferentes taxas de expansão de espuma na perspectiva do bem-estar animal devem ser feitos antes de seu uso para insensibilização/descarte de suínos.

### 20.2.7. Atmosfera de baixa pressão (Low Atmosphere Pressure Stunning – LAPS)

A LAPS (Insensibilização por Atmosfera de Baixa Pressão, da sigla em inglês) é um sistema desenvolvido recentemente que insensibiliza animais por meio de hipóxia causada pela redução da pressão atmosférica. O ar é gradualmente retirado a uma taxa constante por uma bomba de vácuo, causando uma redução na tensão de oxigênio, fazendo com que o animal fique inconsciente. A LAPS é visto como um método equivalente aos sistemas baseados em gás no ponto de vista do bem-estar animal.

A perda de consciência ocorre quando a pressão do oxigênio atinge um nível insuficiente para suportar as funções cerebrais, similarmente ao que ocorre nas câmaras preenchidas por gases anóxicos. O consumo de oxigênio no cérebro humano normal é de aproximadamente 3,5 ml de O<sub>2</sub> por 100 g de tecido cerebral/min (20% do consumo total do corpo) (BUTTERWORTH, 2006; PEARIGEN; GWINN; SIMON, 1996). Assim, o oxigênio consumido por um homem de 70 kg com um cérebro de 1.400 g (~ 2% do peso corporal) é de aproximadamente ~49 ml O<sub>2</sub> / min (20% do consumo corporal - 250 ml / min) (BUTTERWORTH, 2006; GANONG, 1987; KLABUNDE, 2005; PEARIGEN; GWINN; SIMON, 1996). Em humanos, o padrão normal de EEG é perdido quando o nível de oxigênio do tecido cerebral (pO<sub>2</sub>) é menor que 20 mmHg (PEARIGEN; GWINN; SIMON, 1996). Estudos com aves utilizando LAPS mostraram que há uma redução de aproximadamente 85% na concentração de oxigênio no sangue (PURSWELL; THAXTON; BRANTON, 2007), que pode estar associada à redução de 90% da atividade cerebral no eletroencefalograma (EEG) (OLIVEIRA et al., 2018; RAJ, 1998; SANDERCOCK et al., 2014) e perda de consciência (GIBSON et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2018; SANDERCOCK et al., 2014).

A taxa gradual e lenta de redução de pressão permite a acomodação de gases corporais sem causar dor e desconforto (SMITH, 1965). Na fase inicial da descompressão (baixa tensão de oxigênio), os humanos relataram uma sensação de euforia (VAN LIERE, 1943). Com base na análise comportamental de aves, o tempo até a perda da postura, convulsões e ausência de movimentos no LAPS foi de aproximadamente 60 a 65 segundos (MARTIN et al., 2017; VIZZIER-THAXTON et al., 2010). A supressão do EEG foi encontrada 30 segundos (MCKEEGAN; SANDERCOCK; GERRITZEN, 2013). Martin et al. (MARTIN et al., 2017) relataram EEG e ECG indicando inconsciência e bradicardia a 50-60 segundos e variando de 42 a 52 segundos, respectivamente. Além disso, em LAPS com redução lenta de pressão, a perda de consciência não foi relatada como uma experiência desconfortável ou dolorosa por seres humanos em câmaras hiperbáricas (SMITH, 1965).

Assim, quando controlada e realizada lenta e adequadamente, a literatura inicial sugere que a LAPS pode ser um método humanitário de atordoamento para aves. Muitas pesquisas



melhoraram os procedimentos de atordoamento do LAPS para aves. No entanto, existe uma profunda falta de conhecimento sobre os seus efeitos e procedimentos no bem-estar de suínos e outras espécies.

### 20.2.8. LAPS para suínos

Apesar de estudos com hipóxia terem sido amplamente realizados e seus efeitos bem compreendidos, a literatura sobre o uso de LAPS com suínos é extremamente limitada. Um dos desafios concerne ao fato de que situações de hipóxia e hipobárica poderem existir de forma independente ou simultânea. A condição de hipóxia (oxigenação inadequada do sangue) pode ser alcançada pela redução na pressão atmosférica, resultando em perda de consciência e morte.

Alguns pesquisadores avaliaram o sistema LAPS para insensibilizar/matar leitões usando EEG, ECG (eletrocardiograma), observações de comportamento e patologia macroscópica. Usando uma taxa de descompressão gradual e lenta (hipóxia hipobárica ascendente de aproximadamente 6,7 m / seg), Engle et al. (ENGLE; EDWARDS, 2010) relataram que os suínos mostraram respiração pesada e perda de coordenação a 27,22 kPa, em que todos os suínos estavam deitados e continuavam respirando a 19,32 kPa, e todos os movimentos cessaram a 15,16 kPa.

Buzzard (BUZZARD, 2012) relatou vocalizações e ofegação nos primeiros cinco minutos de exposição a 6,6 kPa. Os suínos geralmente perdem a consciência quando expostos a 2% de oxigênio em 15 segundos (RAJ, 1999), o que ocorreria em 16 kPa. Nesta pressão, o tempo até a morte é de aproximadamente sete minutos (RAJ, 1999). No entanto, um efeito da idade pode afetar a duração dos ciclos. Engle et al. (ENGLE; EDWARDS, 2010) encontraram um tempo até a morte (parada cardíaca) entre 15 e 29 minutos.

As observações comportamentais, análises de patologia macroscópica e EEG, de Engle et al. (ENGLE; EDWARDS, 2010) relataram que uma taxa de subida de aproximadamente 36,9 m/seg para atingir a pressão de 19,32 kPa seria a forma mais apropriada para insensibilizar/matar suínos devido à menor quantidade de respostas comportamentais negativas observadas. No entanto, devido ao pequeno tamanho da amostra utilizada e dados confusos de EEG e comportamento, mais estudos são necessários para uma visão mais confiável das respostas animais submetidos ao método de LAP em uma operação comercial em suínos de diferentes categorias.

Devido à condição de hipóxia, os suínos podem apresentar sinais de cianose com as mucosas do nariz, lábios e língua azuis pálidas na avaliação *post-mortem* (ENGLE; EDWARDS, 2010). Na patologia macroscópica, edema pulmonar, congestão e atelectasia são comumente encontrados, enquanto enfisema subcutâneo difuso e congestão pulmonar são menos frequentemente observados. No entanto, alguns suínos não apresentaram lesões *post-mortem* após a morte com LAP (ENGLE; EDWARDS, 2010).

## 20.3. CONTENÇÃO DOS ANIMAIS

Independentemente do método escolhido pelo operador, a contenção do animal é essencial para o sucesso da prática. Contudo, é necessário que cada granja busque desenvolver ou adaptar seu local de acordo com suas necessidades e limitações específicas.

Um equipamento básico e necessário, que está presente na grande maioria das granjas, é o cachimbo, que permite a contenção da cabeça do animal.

Dependendo do estado dos animais de terminação e reprodutores (machos e fêmeas), estes podem ser contidos com ajuda de um cachimbo para aplicação da técnica. Nesse caso, é de extrema importância que o operador observe o local como um todo e, quando possível, remova os animais próximos ou o próprio animal do local a fim de evitar acidentes operacionais. Após a aplicação do método, os animais podem apresentar convulsões (o que, na realidade, pode demonstrar uma boa insensibilização) o que pode causar graves acidentes nas baias ou celas. Quando for necessário sacrificar uma matriz dentro de uma cela, recomenda-se remover os animais posicionados aos lados a fim de evitar lesões e estresse nos demais. No entanto, sempre que possível, o animal deve ser removido das baias/celas para um local calmo e sem animais próximos, ou até mesmo para o corredor, para se realizar o descarte com menores riscos de acidentes.

## 20.4. CONCLUSÃO

Existem vários métodos para o descarte de suínos. Apesar do recente progresso na insensibilização para abate comercial, tem havido pouco desenvolvimento de métodos de eliminação e descarte de suínos. Mesmo para aqueles atualmente recomendados, há evidências científicas limitadas para apoiar o seu uso rotineiro.

A concussão por traumatismo craniano é atualmente o método de descarte mais utilizado para leitões. No entanto, esse método deve ser aprimorado ou substituído por outros métodos alternativos mais eficazes que melhorem o bem-estar dos animais.

Pistolas de dardos cativos podem ser uma alternativa eficaz nas granjas como um método de descarte quando utilizadas por operadores devidamente treinados. Atmosfera controlada por meio de inserção de gases anóxicos podem ser utilizadas. Contudo, pode apresentar limitações para animais grandes devido ao tamanho da câmara e perda de gás. Nesse ponto, o uso de atmosfera de baixa pressão, que é uma nova técnica desenvolvida recentemente para aves, apresenta um alto potencial de ser uma alternativa um pouco mais viável para suínos. No entanto, muito pouco se sabe sobre a sua eficácia ou o seu impacto no bem-estar de suínos, e ainda não há equipamentos comerciais disponíveis para uso.

## 20.5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a concessão de bolsa de pesquisa financiada pelo CNPq (que concedeu as bolsas de estudo a Filipe Antonio Dalla Costa e Steffan Edward Octávio Oliveira), MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) pelo apoio aos pesquisadores liderados por Osmar Antonio Dalla Costa na EMBRAPA Suínos e Aves (ver TED 21000.004262 / 2018-51) e a Humane Slaughter Association (pela Special Travel Award concedida ao pesquisador Troy John Gibson). Os autores também expressam a gratidão a Liziè Pereira Buss por seu apoio e contribuição durante esta revisão e projetos sobre métodos de descarte para animais.

## 20.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANIL, M. H. Effects of slaughter method on carcass and meat characteristics in the meat of cattle and sheep. EBLEX—a Division of the Agriculture and Horticulture Development Board, UK, p.73, 2012.
- ANTON, F.; EUCHNER, I.; HANDWERKER, H. O. Psychophysical examination of pain induced by defined CO<sub>2</sub> pulses applied to the nasal mucosa. *Pain*, v. 49, n. 1, p. 53–60, 1992.
- AVMA. 2000: Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 218, n. 5, p. 669, 2001.
- BANZETT, R. B. et al. Stimulus-response characteristics of CO<sub>2</sub>-induced air hunger in normal subjects. *Respiration physiology*, v. 103, n. 1, p. 19–31, 1996.
- BANZETT, R. B.; GRACEY, R. H.; LANSING, R. W. When it's hard to breathe, maybe pain doesn't matter. Focus on "Dyspnea as a noxious sensation: inspiratory threshold loading may trigger diffuse noxious inhibitory controls in humans". *Journal of neurophysiology*, v. 97, n. 2, p. 959–960, 2007.
- BEAUSOLEIL, N. J.; MELLOR, D. J. Introducing breathlessness as a significant animal welfare issue. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 63, n. 1, p. 44–51, 2015.
- BENSON, E. et al. Foam-based mass emergency depopulation of floor-reared meat-type poultry operations. *Poultry science*, v. 86, n. 2, p. 219–224, 2007.
- BERG, C.; RAJ, M. A review of different stunning methods for poultry—Animal welfare aspects (stunning methods for poultry). *Animals*, v. 5, n. 4, p. 1207–1219, 2015.
- BETZ, P. et al. Homicide with a captive bolt pistol. *The American journal of forensic medicine and pathology*, n. 1, p. 54–57, 1993.
- BLACKMORE, D. K. Energy requirements for the penetration of heads of domestic stock and the development of a multiple projectile. *The Veterinary Record*, v. 116, n. 2, p. 36–40, 1985.
- BLACKMORE, D. K. et al. The use of a shotgun for the emergency slaughter or euthanasia of large mature pigs. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 43, n. 4, p. 134–137, 1995.
- BLACKMORE, D. K.; NEWHOOK, J. C. Insensibility during slaughter of pigs in comparison to other domestic stock. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 29, n. 12, p. 219–222, 1981.
- BLUMBERGS, P. C. Pathology. In: REILLY, P.; BULLOCK, R. (Eds.). . Head injury. Pathophysiology and management of severe closed injury. London: Chapman and Hall Medical, 1997. p. 39–70.
- BRISTOL, U. OF. Study to investigate non-penetrating percussive blow to the head as a humane killing method for piglets, kids and lambs up to 5 kg. North Somerset: [s.n.].
- BURNETT, B. R. Detection of bone and bone-plus-bullet particles in backscatter from close-range shots to heads. *Journal of Forensic Science*, v. 36, n. 6, p. 1745–1752, 1991.
- BUTTERWORTH, R. F. Metabolic encephalopathies. In: SIEGEL, G. et al. (Eds.). . Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular, and Medical Aspects. Boston: Elsevier, 2006. p. 593–602.
- BUZZARD, B. L. Evaluation of hypobaric hypoxia as a low stress alternative to carbon dioxide euthanasia for use with nursery piglets. [s.l.] Kansas State University, 2012.
- CAIRD, G. et al. Self-inflicted head trauma using a captive bolt pistol: report of three cases. *British journal of neurosurgery*, v. 14, n. 4, p. 349–351, 2000.
- CASEY-TROTT, T. M. et al. Effectiveness of a nonpenetrating captive bolt for euthanasia of piglets less than 3 d of age. *Journal of animal science*, v. 91, n. 11, p. 5477–5484, 2013.
- CASEY-TROTT, T. M. et al. Effectiveness of a nonpenetrating captive bolt for euthanasia of 3 kg to 9 kg pigs. *Journal of animal science*, v. 92, n. 11, p. 5166–5174, 2014.
- CHEN, X. et al. CO<sub>2</sub> stimulation of the cornea: a comparison between human sensation and nerve activity in polymodal nociceptive afferents of the cat. *European Journal of Neuroscience*, v. 7, n. 6, p. 1154–1163, 1995.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA - CFMV. RESOLUÇÃO No 1000, DE 11 DE MAIO DE 2012. Conselho Federal de Medicina Veterinária - CFMV, p. 1-9, 2012.

COUNCIL DIRECTIVE 1099/2009. Council Regulation No 1099/2009 on the protection of animals at the time of killing. Official Journal of the European Union L303, p. 1-30, 2009.

DALLA COSTA, F. A. et al. On-farm pig dispatch methods and stockpeople attitudes on their use. *Livestock Science*, v. 221, n. January, p. 1-5, 2019.

DALMAU, A. et al. Stunning pigs with different gas mixtures: aversion in pigs. *Anim Welf*, v. 19, p. 325-333, 2010.

DANNEMAN, P. J.; STEIN, S.; WALSHAW, S. O. Humane and practical implications of using carbon dioxide mixed with oxygen for anesthesia or euthanasia of rats. *Laboratory Animal Science*, v. 47, n. 4, p. 376-385, 1997.

DAWSON, M. D. et al. Evaluation of foam-based mass depopulation methodology for floor-reared meat-type poultry operations. *Applied engineering in agriculture*, v. 22, n. 5, p. 787-794, 2006.

DE LA CRUZ, L. et al. The welfare of water buffaloes during the slaughter process: a review. *Livestock Science*, v. 212, p. 22-23, 2018.

DEFRA. Novel and humane gaseous killing methods for pigs. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=12770\\_MH0128finalreport.pdf](http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=12770_MH0128finalreport.pdf)>.

DENICOURT, M. et al. Using an electrical approach to euthanize pigs on-farm: fundamental principles to know. Annual Meeting: Implementing Knowledge. *Anais...AASVA -American Association of Swine Veterinarians*, 2010

DRIPPS, R. D.; COMROE, J. H. The respiratory and circulatory response of normal man to inhalation of 7.6 and 10.4 per cent CO<sub>2</sub> with a comparison of the maximal ventilation produced by severe muscular exercise, inhalation of CO<sub>2</sub> and maximal voluntary hyperventilation. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, v. 149, n. 1, p. 43-51, 1947.

ENGLE, T. E.; EDWARDS, L. N. Evaluation and application of humane hypoxia euthanasia for nursery pigs. Des Moines, Iowa: Pork Checkoff Research Review Newsletter, 2010. Disponível em: <<https://www.pork.org/wp-content/uploads/2011/06/09-180-ENGLE-ColoSt.pdf>>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). "Welfare aspects of animal stunning and killing methods" Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods European Food Safety Authority (EFSA), , 2004.

FAROUK, M. M. Advances in the industrial production of halal and kosher red meat. *Meat Science*, v. 95, p. 805-820, 2013.

FENG, Y.; SIMPSON, T. L. Nociceptive sensation and sensitivity evoked from human cornea and conjunctiva stimulated by CO<sub>2</sub>. *Investigative ophthalmology & visual science*, v. 44, n. 2, p. 529-532, 2003.

FIEDLER, K. J. et al. Effects of stocking rate on measures of efficacy and welfare during argon gas euthanasia of weaned pigs. *Animal Welfare*, v. 25, n. 1, p. 83-89, 2016.

FINNIE, J. et al. Traumatic axonal injury in lambs: a model for paediatric axonal damage. *Journal of clinical neuroscience*, v. 6, n. 1, p. 38-42, 1999.

FINNIE, J. W. Pathology of experimental traumatic craniocerebral missile injury. *Journal of comparative pathology*, v. 108, n. 1, p. 93-101, 1993.

FINNIE, J. W. et al. Evaluation of brain damage resulting from penetrating and non-penetrating captive bolt stunning using lambs. *Australian veterinary journal*, v. 78, n. 11, p. 775-778, 2000.

FINNIE, J. W. et al. Effect of impact on different regions of the head of lambs. *Journal of comparative pathology*, v. 124, n. 2-3, p. 159-164, 2001.

FINNIE, J. W. et al. Brain damage in pigs produced by impact with a nonpenetrating captive bolt pistol. *Australian veterinary journal*, v. 81, n. 3, p. 153-155, 2003.

FINNIE, J. W. Forensic pathology of traumatic brain injury. *Veterinary pathology*, v. 53, n. 5, p. 962–978, 2016.

FORSLLID, A. Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high concentration CO<sub>2</sub> in swine. *Acta Physiologica*, v. 130, n. 1, p. 1–10, 1987.

GAETZ, M. The neurophysiology of brain injury. *Clinical Neurophysiology*, v. 115, n. 1, p. 4–18, 2004.

GANONG, W. F. Review of medical physiology. Norwalk: Appleton & Lange, 1987.

GIBSON, T. J. et al. Amelioration of electroencephalographic responses to slaughter by non-penetrative captive-bolt stunning after ventral-neck incision in halothane-anaesthetised calves. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 57, n. 2, p. 96–101, 2009.

GIBSON, T. J. et al. Preliminary evaluation of the effectiveness of captive-bolt guns as a killing method without exsanguination for horned and unhorned sheep. *Animal Welfare*, v. 21, n. S2, p. 35–42, 2012.

GIBSON, T. J. et al. Factors affecting penetrating captive bolt gun performance. *Journal of applied animal welfare science*, v. 18, n. 3, p. 222–238, 2015a.

GIBSON, T. J. et al. Pathophysiology of penetrating captive bolt stunning in Alpacas (*Vicugna pacos*). *Meat science*, v. 100, p. 227–231, 2015b.

GIBSON, T. J. et al. Pathophysiology of free-bullet slaughter of horses and ponies. *Meat science*, v. 108, p. 120–124, 2015c.

GIBSON, T. J. et al. Electroencephalographic assessment of concussive non-penetrative captive bolt stunning of turkeys. *British poultry science*, v. 59, n. 1, p. 13–20, 2018.

GIBSON, T. J. et al. Electroencephalographic assessment of pneumatically powered penetrating and non-penetrating captive-bolt stunning of bulls. *Meat Science*, v. 151, n. January, p. 54–59, 2019.

GNJIDIĆ, Z. et al. Epidemiological, forensic, clinical, and imaging characteristics of head injuries acquired in the suicide attempt with captive bolt gun. *Acta neurochirurgica*, v. 144, n. 12, p. 1271–1277, 2002.

GRAHAM, D. I.; GENNARELLI, T. A. Trauma. In: GRAHAM, D. I.; LANTOS, P. L. (Eds.). *Greenfield's neuropathology*. 6th. ed. London: [s.n.]. p. 197–262.

GRANDIN, T. Mechanical, electrical and anesthetic stunning methods for livestock. 1980.

GRANDIN, T. Euthanasia and slaughter of livestock. *JOURNAL-AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION*, v. 204, p. 1354, 1994.

GRANDIN, T. Return-to-sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 221, n. 9, p. 1258–1261, 2002.

GREGORY, N. G.; LEE, C. J.; WIDDICOMBE, J. P. Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. *Meat Science*, v. 77, n. 4, p. 499–503, 2007.

GREGORY, N.; SHAW, F. Penetrating captive bolt stunning and exsanguination of cattle in abattoirs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, v. 3, n. 3, p. 215–230, 2000.

GRELLNER, W.; BUHMANN, D.; WILSKE, J. Suicide by double bolt gunshot wound to the head: case report and review of the literature. *Archiv Fur Kriminologie*, v. 205, n. 5–6, p. 162–168, 2000.

GRIST, A. et al. Humane euthanasia of neonates I: validation of the effectiveness of the Zephyr EXL non-penetrating captive-bolt euthanasia system on neonate piglets up to 10.9 kg live-weight. *Animal Welfare*, v. 26, n. 1, p. 111–120, 2017.

GURUNG, S. et al. Carbon Dioxide and Nitrogen Infused Compressed Air Foam for Depopulation of Caged Laying Hens. *Animals*, v. 8, n. 1, p. 6, 2018a.

GURUNG, S. et al. Depopulation of Caged Layer Hens with a Compressed Air Foam System. *Animals*, v. 8, n. 1, p. 11, 2018b.

HOENDERKEN, R. Electrical stunning of pigs for slaughter. [s.l.] Université d'Utrecht, 1978.

- JANSSEN, W.; STIEGER, W. Verletzungen durch Bolzenschuß-Apparate unter besonderer Berücksichtigung der Spurenmerkmale. *Arch Kriminol*, v. 134, p. 26–37, 1964.
- KATTIMANI, R. P.; SHETTY, S.; MIRZA, H. Accidental Bolt Gun Injury to Femur-A Case Report. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, v. 6, n. 4, p. 6, 2016.
- KLABUNDE, R. E. *Cardiovascular Physiology Concepts*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- LAMBOOIJ, E. et al. Behavioural responses during exposure of broiler chickens to different gas mixtures. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 62, n. 2, p. 255–265, 1999.
- LEACH, M. C. et al. Aversion to gaseous euthanasia agents in rats and mice. *Comparative medicine*, v. 52, n. 3, p. 249–257, 2002.
- LEACH, M. C. et al. Measurement of aversion to determine humane methods of anaesthesia and euthanasia. *ANIMAL WELFARE*, v. 13, p. S77–S86, 2004.
- LIOTTI, M. et al. Brain responses associated with consciousness of breathlessness (air hunger). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 98, n. 4, p. 2035–2040, 2001.
- LLONCH, P. et al. Aversion to nitrogen and carbon dioxide mixtures for stunning pigs. *Animal Welfare*, v. 21, n. 1, p. 33–39, 2012.
- MARAHRENS, M. et al. Stunning of slaughter pigs and non-viable piglets with nitrogen gas filled high expansive foam – first results of a proof of concept. *Welfare Impacts of Controlled Atmosphere Methods for Stunning or Killing Animals*. Anais...Addlestone: UFAW and HSA, 2017
- MARTIN, J. E. et al. LOW ATMOSPHERIC PRESSURE STUNNING IN BROILERS: TEMPERATURE AND ILLUMINATION EFFECTS. *Welfare impacts of controlled atmosphere methods for stunning or killing animals*. UFAW and HSA Meeting 2017. Anais...Southern England, UK: 2017
- MARTOFT, L. et al. CO<sub>2</sub> induced acute respiratory acidosis and brain tissue intracellular pH: a <sup>31</sup>P NMR study in swine. *Laboratory animals*, v. 37, n. 3, p. 241–248, 2003.
- MATTHIS, J. S. *Selected employee attributes and perceptions regarding methods and animal welfare concerns associated with swine euthanasia*. [s.l.] North Carolina State University, 2004.
- MCKEEGAN, D. E. F. et al. Physiological and behavioral responses of poultry exposed to gas-filled high expansion foam. *Poultry science*, v. 92, n. 5, p. 1145–1154, 2013.
- MCKEEGAN, D. E. F.; SANDERCOCK, D. A.; GERRITZEN, M. A. Physiological responses to low atmospheric pressure stunning and the implications for welfare. *Poultry science*, v. 92, n. 4, p. 858–868, 2013.
- MILLAR, G. I.; MILLS, D. S. Observations on the trajectory of the bullet in 15 horses euthanased by free bullet. *The Veterinary Record*, v. 146, n. 26, p. 754–757, 2000.
- MORES, M. A. Z.; MORES, N. Orientações para eutanásia de suínos em granjas pelo método de eletrocussão. *Embrapa Suínos e Aves-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)Concórdia: Embrapa Suínos e Aves*, 2014., 2014.
- NATIONAL PORK BOARD. *On farm euthanasia of swine: Recommendations for the producer*. Des Moines, IAPub.04259-01/09, 2009.
- OLIVEIRA, S. E. O. et al. Efficiency of low versus high airline pressure in stunning cattle with a pneumatically powered penetrating captive bolt gun. *Meat Science*, v. 130, 2017.
- OLIVEIRA, S. E. O. et al. Effectiveness of pneumatically powered penetrating and non-penetrating captive bolts in stunning cattle. *Meat Science*, v. 140, p. 9–13, fev. 2018.
- OMMAYA, A. K.; GOLDSMITH, W.; THIBAUT, L. Biomechanics and neuropathology of adult and paediatric head injury. *British journal of neurosurgery*, v. 16, n. 3, p. 220–242, 2002.
- PEARIGEN, P.; GWINN, R.; SIMON, R. P. The effects in vivo of hypoxia on brain injury. *Brain research*, v. 725, n. 2, p. 184–191, 1996.
- PURSWELL, J. L.; THAXTON, J. P.; BRANTON, S. L. Identifying process variables for a low atmospheric pressure stunning-killing system. *Journal of applied poultry research*, v. 16, n. 4, p. 509–513, 2007.



RAJ, A. B. M. et al. Welfare implications of gas stunning pigs: 3. the time to loss of somatosensory evoked potential and spontaneous electrocorticogram of pigs during exposure to gases. *The veterinary journal*, v. 153, n. 3, p. 329–339, 1997.

RAJ, A. B. M. Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of broiler chickens during exposure to gas mixtures. *British Poultry Science*, v. 39, n. 5, p. 686–695, 1998.

RAJ, A. B. M. Behaviour of pigs exposed to mixtures of gases and the time required to stun and kill them: welfare implications. *The Veterinary Record*, v. 144, p. 165–168, 1999.

RAJ, M. Humane killing of nonhuman animals for disease control purposes. *Journal of applied animal welfare science*, v. 11, n. 2, p. 112–124, 2008a.

RAJ, M. A. B. Welfare of pigs during stunning and slaughter. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. (Eds.). *The welfare of pigs: From birth to slaughter*. 1. ed. The Netherlands: [s.n.]. p. 225–240. 2008.

RAULT, J.-L. et al. Gas alternatives to carbon dioxide for euthanasia: a piglet perspective. *Journal of animal science*, v. 91, n. 4, p. 1874–1883, 2013.

RAULT, J.-L. et al. Nitrous oxide as a humane method for piglet euthanasia: Behavior and electroencephalography (EEG). *Physiology & behavior*, v. 151, p. 29–37, 2015.

RING, C. et al. CO<sub>2</sub> Anesthesia for slaughter pigs. *Fleischwirtschaft*, v. 68, n. 11, p. 1478–1484, 1988.

SADLER, L. J. et al. Comparison of CO<sub>2</sub> versus mixed CO<sub>2</sub>: Argon Gas at Different Flow Rates Using the Smart Box Euthanasia Device as an Effective Method of Piglet Euthanasia. *Animal Industry Report*, v. 659, n. 1, p. 76, 2013.

SADLER, L. J. et al. Effects of flow rate and gas mixture on the welfare of weaned and neonate pigs during gas euthanasia. *Journal of animal science*, v. 92, n. 2, p. 793–805, 2014.

SANDERCOCK, D. A. et al. Avian reflex and electroencephalogram responses in different states of consciousness. *Physiology & behavior*, v. 133, p. 252–259, 2014.

SCHIFFER, K. J. et al. Assessment of key parameters for gunshot used on cattle: a pilot study on shot placement and effects of diverse ammunition on isolated cattle heads. *Animal Welfare*, v. 23, n. 4, p. 479–489, 2014.

SHARP, T. M. et al. Evaluation of a spring-powered captive bolt gun for killing kangaroo pouch young. *Wildlife Research*, v. 41, n. 7, p. 623–632, 2015.

SHAW, N. A. The neurophysiology of concussion. *Progress in neurobiology*, v. 67, n. 4, p. 281–344, 2002.

SIMIC, M. et al. The Characteristics of Head Wounds Inflicted by "Humane Killer"(Captive-Bolt Gun)—A 15-Year Study. *Journal of forensic sciences*, v. 52, n. 5, p. 1182–1185, 2007.

SMITH, D. C. Methods of euthanasia and disposal of laboratory animals. In: GAY, W. I. (Ed.). *Methods of animal experimentation*. 1. ed. New York: Academic Press, 1965. p. 167–195.

SVENDSEN, O. et al. Observations on newborn calves rendered unconscious with a captive bolt gun. *The Veterinary record*, v. 162, n. 3, p. 90, 2008.

THOMSON, D. U. et al. Computed tomographic evaluation to determine efficacy of euthanasia of yearling feedlot cattle by use of various firearm-ammunition combinations. *American journal of veterinary research*, v. 74, n. 11, p. 1385–1391, 2013.

THORNER, P. M.; RUBIRA, R. J.; STYLES, D. K. Humane killing of animals for disease control purposes. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, v. 33, n. 1, p. 303–310, 2014.

THÜRAUF, N. et al. Sensitivity of the negative mucosal potential to the trigeminal target stimulus CO<sub>2</sub>. *Brain research*, v. 942, n. 1–2, p. 79–86, 2002.

TORDRUP, P. J.; KJELDSEN, S. R. Accidental injuries from captive-bolt guns (slaughterer's gun). *Injury*, v. 25, n. 8, p. 497–499, 28 dez. 2017.

VAN LIERE, E. J. Anoxia. Its Effect On The Body. *The American Journal of the Medical Sciences*, v. 205, n. 3, p. 433, 1943.

- VELARDE, A.; RAJ, M. Gas stunning and killing methods. In: VELARDE, A.; RAJ, M. (Eds.). . Animal welfare at slaughter. 1. ed. Shetfield: 5m publishing, 2016. p. 133–151.
- VERHOEVEN, M. et al. Time to loss of consciousness and its relation to Behavior in slaughter Pigs during stunning with 80 or 95% carbon Dioxide. *Frontiers in veterinary science*, v. 3, 2016.
- VIEL, G. et al. Planned complex suicide by penetrating captive-bolt gunshot and hanging: case study and review of the literature. *Forensic science international*, v. 187, n. 1–3, p. e7–e11, 2009.
- VIOLA, L. et al. Suicide with a Butcher's Bolt. *Journal of Forensic Science*, v. 49, n. 3, p. JFS2003024–3, 2004.
- VIZZIER-THAXTON, Y. et al. A new humane method of stunning broilers using low atmospheric pressure. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 19, n. 4, p. 341–348, 2010.
- WALSH, J. L.; PERCIVAL, A.; TURNER, P. V. Efficacy of blunt force trauma, a novel mechanical cervical dislocation device, and a non-penetrating captive bolt device for on-farm euthanasia of pre-weaned kits, growers, and adult commercial meat rabbits. *Animals*, v. 7, n. 12, p. 100, 2017.
- WHITING, T. L. et al. Evaluation of methods of rapid mass killing of segregated early weaned piglets. *The Canadian Veterinary Journal*, v. 52, n. 7, p. 753–758, 2011.
- WIDOWSKI, T.; ELGIE, R.; LAWLIS, P. Assessing the effectiveness of a non-penetrating captive bolt for euthanasia of newborn piglets. 2008.
- WOODS, J.; SHEARER, J. K.; HILL, J. Recommended On-farm Euthanasia Practices. In: GRANDIN, T. (Ed.). . Improving Animal Welfare: A Practical Approach. 2nd. ed. Wallingford: CABI, 2010. p. 186–2013.
- WOTTON, S. B. New advances in stunning techniques for slaughter animals. *Meat Focus International*, v. 12, p. 461–465, 1996.
- YOUNG, R. J.; DESTIAN, S. Imaging of traumatic intracranial hemorrhage. *Neuroimaging Clinics*, v. 12, n. 2, p. 189–204, 2002.



# CAPÍTULO 21 – TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DE COLABORADORES EM SUINOCULTURA

**Autores:** BENNEMANN, P. E\*; SIQUEIRA, A. P.; DIAS, C. P.; MARCONDES, J.L.

**Contato:** pebedu@hotmail.com

## 21.1. A CAPACITAÇÃO DA EQUIPE NA MELHORIA DE RESULTADOS

Faccin (2010) dizia que o que mais influencia o processo produtivo são "as pessoas". Os bons resultados estão presentes quando as pessoas se sentem motivadas por meio de técnicas de gestão motivadoras.

Sabe-se que o manejo influencia os resultados produtivos e impacta no bem-estar dos animais. Uma relação positiva entre tratador e animais reduz as emoções negativas de medo e angústia, traduzindo-se em melhores índices zootécnicos. De outra forma, quando os tratadores agem de maneira agressiva provocando medo nos suínos, os resultados se refletem em perdas em resposta ao estado de estresse agudo e crônico que é provocado por estas atitudes (HEMSWORTH; BARNETT; HANSEN, 1987). Assim, devemos capacitar as equipes de trabalho para que o manejo ocorra de forma calma e tranquila, obedecendo os princípios comportamentais dos suínos.

Para que o trabalho efetivamente se converta em bons resultados, precisamos considerar três grupos de fatores relacionados com a equipe: a capacidade, a vontade e a oportunidade. A capacidade está relacionada com a vocação, competências e conhecimentos; a vontade envolve a motivação, satisfação pelo emprego e atitude de respeito junto dos animais e do próprio trabalho; e a oportunidade se relaciona com as condições de trabalho, atividade dos colegas de trabalho e com as políticas e normas da organização (COLEMAN; HEMSWORTH, 2014). O ser humano, possivelmente é o fator de maior influência sobre as rotinas reprodutivas, o bem-estar e a produtividade dos animais.

Estudos comprovam que existe uma correlação entre as crenças negativas das pessoas a respeito dos suínos (ex.: os suínos são animais glutões, sujos, dão muito trabalho, etc) e o comportamento das pessoas diante dos animais no momento em que estão trabalhando com eles. Esta comprovação serve de base para o desenvolvimento de programas de treinamento com o objetivo de desmistificar estas crenças buscando melhorar os resultados das unidades de produção (COLEMAN; HEMSWORTH; HAY, 1998).

Um estudo realizado com dois grupos de funcionários de uma mesma granja comercial de grande porte submeteu o primeiro grupo a um programa de treinamentos. O segundo grupo não recebeu nenhuma intervenção. Passado um período de seis meses após o final do estudo, a taxa de retenção dos talentos humanos do grupo que participou do programa de capacitação foi de 61%, comparado com 47% do segundo grupo (COLEMAN et al., 2000).

Da mesma forma que a equipe é treinada para realizar os procedimentos de rotina em uma granja – detecção de cio, inseminação artificial, atendimento ao parto, etc, - os colaboradores devem ser treinados para observar e compreender o comportamento animal a fim de melhorar a relação homem-animal e o desempenho zootécnico nas unidades de produção.

Neste sentido, alguns estudos demonstram que uma equipe de funcionários conscientes da importância do bem-estar dos animais, com interações positivas homem-animal, têm correlação direta com o baixo número de animais cansados e lesionados no transporte, melhor aproveitamento de carcaça e qualidade final da carne, menor porcentagem de animais apresentando carne pálida, macia e exsudativa (HEMSWORTH et al., 2002; DIESEL, 2016). Outros estudos indicam uma maior taxa de natimortos e de mortalidade de leitões por esmagamento na maternidade decorrentes de interações negativas e medo do animal ao tratador (HEMSWORTH et al., 1999; LENSINK et al., 2009).

Estes trabalhos científicos comprovaram a importância e o impacto dos treinamentos nas mudanças de comportamento das pessoas que trabalham com suínos, e, da mesma forma, demonstram o reflexo da capacitação das equipes na retenção dos talentos humanos. Também ficou demonstrado que, independentemente do tamanho das unidades de produção, é possível melhorar a relação homem-animal (contatos positivos entre suíno e ser humano) por meio de treinamentos, mesmo sabendo que, em granjas pequenas, uma única pessoa é predominantemente responsável por supervisionar e assistir inúmeros procedimentos e, em unidades de produção maiores, os animais são submetidos ao manejo de várias pessoas ao longo de mesmo período.

## 21.2. EXIGÊNCIAS LEGAIS EM RELAÇÃO À CAPACITAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO

Nas legislações de proteção e bem-estar animal existem várias exigências relacionadas às equipes que manejam os animais. A Diretiva 98/58/CE da União Europeia (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 1998) - uma norma que trata das condições mínimas para proteção dos animais para produção de alimentos, lã, couro e pele - determina que as rotinas com os animais devem ser realizadas por um número suficiente de pessoas e que estas possuam capacidade, conhecimentos e competências profissionais para atuarem como tratadores. O proprietário deve tomar todas as medidas para assegurar um adequado bem-estar, com a finalidade de garantir que os animais não sejam submetidos a dor e sofrimentos desnecessários.

A Diretiva 2008/120/CE (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2008), normativa europeia específica para fase de produção de suínos, amplia as exigências relativas a este ponto, pois obriga os empregadores a garantir que as pessoas responsáveis pelos animais tenham recebido instruções e orientações básicas sobre como manejá-los, definindo que sejam oferecidos cursos de formação adequados que contemplem questões de bem-estar animal.

Um documento que também merece destaque é o Código de Boas Práticas do Canadá (NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL, 2014), que estabelece as condições mínimas para a fase de produção. Grande produtor de suínos, no Canadá as habilidades requeridas para a equipe da granja contemplam que os encarregados entendam os princípios comportamentais dos animais para que possam manejá-los melhor. Valorizam-se as boas atitudes dos manejadores pelo entendimento de que o seu trabalho desempenha um papel importante na qualidade de vida dos animais. Paciência, tempo adequado na realização das tarefas e capacidade de prever o movimento dos suínos são importantes qualidades para o trabalho. É fundamental que os manejadores entendam e sigam técnicas que causem baixo nível de estresse, tais como, zona de fuga e ponto de equilíbrio. É recomendado que sejam contratadas pessoas com atitudes positivas e que demonstrem empatia em relação aos suínos.

O capítulo da OIE (Organização Mundial de Saúde Animal) que trata do bem-estar dos suínos na fase de produção traz a recomendação de que os suínos devem ser cuidados

por um número adequado de pessoas, que possuam a capacidade, conhecimento e competências necessárias para manter o bem-estar e a saúde dos animais. A OIE recomenda que, por meio da capacitação formal ou da experiência prática, todos os manejadores possuam competências de acordo com suas responsabilidades. O que significa compreender e ter habilidades de manejar os animais, ter conhecimentos sobre nutrição, técnicas reprodutivas, comportamento, biossegurança, sinais de enfermidades e de ausência de bem-estar animal, como o estresse, dor e inconformidade, mas também sobre como mitigar esses aspectos negativos.

Os indicadores baseados no animal, propostos por este novo guia de bem-estar dos suínos, e que devem ser utilizados nas unidades de produção como forma de avaliar o trabalho das equipes, são os seguintes: respostas ao manejo, aspecto físico, comportamento, trocas de peso, condição corporal, eficiência reprodutiva, claudicações, taxas de morbidade, mortalidade, descarte e complicações resultantes dos procedimentos de rotina (OIE, 2018).

No Brasil, algumas granjas são submetidas ao treinamento de certificação americano de produtores (Pork Quality Assurance ou PQA Plus). O objetivo geral deste treinamento é compartilhar informações diretamente com a equipe de produção ajudando a manter ou criar um produto de alta qualidade para os consumidores do ponto de vista de segurança alimentar, um ambiente mais seguro e produtivo para os animais e funcionários, e aumentar a lucratividade com uma produção eficiente e responsável. Podemos atingir esses objetivos seguindo e aplicando boas práticas de produção, também chamadas de BPP.

Todas estas exigências de ordem regulatória têm como base o princípio de que as práticas de rotina podem afetar a qualidade de vida dos animais, especialmente se forem executadas por pessoas incompetentes ou inexperientes. Por conseguinte, devem ser estabelecidos mecanismos que assegurem as boas práticas na produção de suínos.

## 21.3. GESTÃO DAS EQUIPES NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO

O conjunto de valores e diretrizes organizacionais em uma unidade de produção são reforçados por meio da atuação frequente e participativa da administração, com forte envolvimento do líder junto aos colaboradores.

Os membros da alta administração da unidade de produção (proprietários, diretores, etc.) definem as estratégias do negócio. O gerente é o responsável por consolidar as informações necessárias as informações a serem apresentadas nas reuniões de planejamento estratégico, realizadas anualmente, e em reuniões de planejamento operacional, realizadas mensalmente com a equipe da granja. Na rotina do dia a dia da unidade de produção é esperado:

- Progresso
- Mudanças
- Inovações
- Respeito aos animais

### 21.3.1. Resultados

O sucesso de um determinado setor depende muito de como o trabalho é realizado em outros setores da unidade de produção. Porém, só podemos melhorar aquilo que de



fato medimos (FALCONI, 2009). Portanto, se o objetivo da unidade de produção é tornar a equipe mais eficiente, temos que medir como ela está sendo utilizada. Alguns aspectos que podem ser observados para melhor definir a rotina da granja são:

- Programação semanal de tarefas: descrição das rotinas diárias e semanais;
- Padronização da rotina de trabalho, bem como as tarefas diárias;
- Rotinas simples e priorização de tarefas importantes, eliminando aquelas que não agregam valor;
- Disciplina na execução das tarefas.

### 21.3.2. Distribuição da mão de obra na granja

**Maternidade:** esta fase da produção ocupa de 60% a 65% do tempo da equipe. Nela, as prioridades se concentram na atenção ao parto e nas 72 primeiras horas de vida do leitão.

**Gestação:** ocupa entre 35% a 40% do tempo de trabalho da equipe destinado à preparação de leitoas, coberturas e gestação. As prioridades são a identificação de cio e a inseminação.

**Figura 1.** Atenção ao parto é uma das prioridades do setor de maternidade. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



**Figura 2.** Identificação de cio. **Crédito:** Acervo dos autores.



**Dar prioridade às prioridades:** no dia a dia da granja, é importante ter em conta quais são as atividades de manejo que requerem atenção mais imediata para garantir uma adequada priorização do trabalho e melhores resultados:

- Atenção aos partos;
- Diagnóstico de cio;

- Preparação de leitoas;
- Inseminação;
- Avaliação da condição corporal das fêmeas;
- Organização da estrutura de partos;
- Política de descarte de fêmeas;
- Alimentação / medicação e protocolos de vacinação;
- Manejo do crescimento;
- Rotinas de manejo simples dando prioridade ao básico nos sete dias da semana.

### 21.3.3. Metas de Produção

Após a estruturação das tarefas, organização e direcionamento da equipe de trabalho, o próximo passo é estipular as metas de produção. As metas devem ser definidas em conjunto com a equipe de trabalho e a gerência da granja e devem ser baseadas nas análises dos resultados anteriores da unidade de produção.

#### 21.3.3.1. Critérios para definição da meta

Toda meta deve dispor de três informações básicas: nome e objetivo gerencial, valor a ser atingido e prazo para realização. Devemos estabelecer, no máximo, cinco metas por setor, pois um plano de metas com muitos indicadores a ser alcançados tira o foco das prioridades do setor. É importante que as metas sejam claras, tais como número de leitões nascidos, número de coberturas de matrizes, número de leitões desmamados, e realizar reunião anual de comunicação das metas com toda a equipe para torná-las claras. Além da reunião anual, é importante ter reuniões mensais para avaliar as metas logradas e definir medidas a serem tomadas a respeito das metas não alcançadas. Treinar, capacitar e motivar a equipe é essencial para engajá-la no alcance das metas definidas.

### 21.3.4. Gestão da rotina de trabalho

A padronização dos processos é fundamental para a melhoria contínua dos resultados nas unidades de produção. Na prática, a padronização se dá pela adoção de ferramentas como os POP (Procedimentos Operacionais Padrão), o PDCA (Método de Solução de Problemas - Plan, Do, Check, Act), gestão à vista, matriz de responsabilidade, entre outros.

#### 21.3.4.1. Procedimento Operacional Padrão

O POP é definido como uma descrição detalhada da atividade a ser realizada, sendo que o seu objetivo principal é o de tornar os processos padronizados para evitar anomalias e o retrabalho. Trata-se de uma ferramenta de gestão, uma vez que, se bem descritos

e implantados, facilitam a correção de anomalias, tornando o processo mais rápido e eficiente.

O POP é composto por uma estrutura padrão, porém pode ser adaptada quando necessário. Cada descrição de atividade deve conter o tipo de atividade, o responsável por sua realização, os itens e os equipamentos necessários, e a descrição pormenorizada da atividade de forma clara e objetiva. Um item importante na descrição do POP é o objetivo esperado com o procedimento e o procedimento adequado em situações de anomalias.

Para o sucesso na implantação do POP, recomenda-se envolver a equipe responsável pela execução do procedimento em sua descrição como fator de motivação. As atividades descritas no POP devem ser verificadas pelo gestor e revisadas à medida em que o processo sofra alguma atualização.

#### 21.3.4.2. Gestão à vista

Uma vez definidas as metas de produção, é necessário deixar esses indicadores (valor atual, valor que queremos atingir e o prazo) à vista de todos que estarão participando dos processos. A este processo denominamos "Gestão à vista". Para Rubem Myrrha, da Fundação Dom Cabral, é como se fosse o placar do jogo - quem está jogando tem que saber se está ganhando ou perdendo. O objetivo principal é disponibilizar e compartilhar, de maneira acessível, clara e simples, os indicadores e resultados para a identificação de melhorias, além dos processos cruciais para a resolução de problemas (ver **Figura 3** a seguir).

#### 21.3.4.3. Método de solução de problemas

Existe um método científico de gestão para resolver problemas e auxiliar na tomada de decisões. O ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Atuar, da sigla em inglês) é uma ferramenta de gestão que tem como objetivo entender como um problema surge e como deve ser solucionado, promovendo a melhoria contínua dos processos de produção.

Antes de qualquer ação, é necessário estar preparado e entender o problema. A partir de então se realiza um planejamento, composto de três passos:

A. Definir as metas a ser alcançadas, sem as quais o trabalho não deve ser iniciado. Uma meta é definida por objetivo, valor e prazo. Neste momento, o gestor e sua equipe definirão os indicadores de desempenho, que mostrarão se o objetivo final está mesmo sendo alcançado.

B. Estabelecer os meios e as metodologias de trabalho para a busca da solução do problema e obtenção das metas estabelecidas. Nesta etapa se dá o desenvolvimento do plano de ação, ou seja, o encadeamento de ações necessárias para que o objetivo seja cumprido.

C. O terceiro passo é a definição das medidas de controle ou características de qualidade para verificar a obtenção das metas.

Após a identificação do problema, definição das metas e do plano de ação, passamos para a segunda etapa do ciclo PDCA: a execução. Nesta etapa, colocamos em prática o plano de ação estabelecido, quando a capacitação da equipe é ainda mais fundamental. Antes de iniciar a fase de execução é preciso treinar todos os envolvidos no processo para

assegurar que estejam comprometidos e capacitados para colocar em prática o plano de ação. Este processo pode ser realizado por meio de cursos, palestras, visitas técnicas de orientação, etc. Somente com uma equipe capacitada, capaz de agir de maneira alinhada, conseguimos ter foco nos objetivos corretos. Se não for possível executar o planejado, é preciso voltar à fase anterior (planejamento) e verificar as causas de falhas.

A terceira etapa do ciclo PDCA (Verificar), pode se iniciar tão longo que os primeiros resultados apareçam, o que pode acontecer ainda no processo de implementação do plano de ação. É necessário um monitoramento sistemático de cada ação/atividade estabelecida no plano de ação, comparar o estabelecido com o realizado e identificar as oportunidades de melhoria. É importante adotar uma metodologia de análise estatística dos dados, para evitar erros de interpretação dos resultados. Nesta etapa, saberemos se os resultados estão de acordo com o que foi previamente planejado ou se é necessário ajustar os processos.

Finalmente, na quarta etapa do ciclo PDCA (Agir), podemos nos deparar com duas situações: caso todas as metas terem sido atingidas, esta é a fase em que se adota o plano definido e aplicado como padrão e as tarefas continuam sendo executadas e verificadas de forma contínua. Caso algo não tenha saído como planejado, ou se algum problema for detectado, é o momento de agir corretivamente sobre os pontos que impossibilitaram o alcance das metas estipuladas. É importante capacitar novamente a equipe envolvida, de forma a garantir o entendimento correto das instruções, realizar os ajustes necessários, corrigir falhas e implantar melhorias contínuas.

**Figura 3.** Metodologia PDCA utilizada na resolução de problemas. **Crédito:** acervo pessoal dos autores

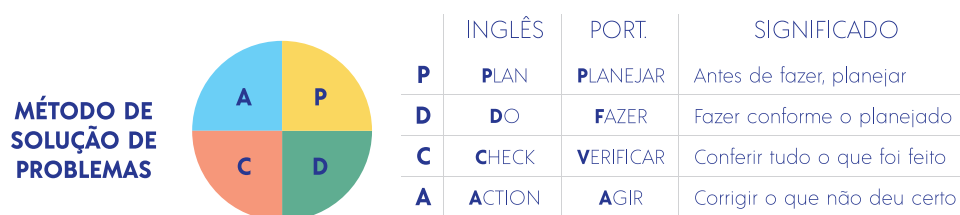
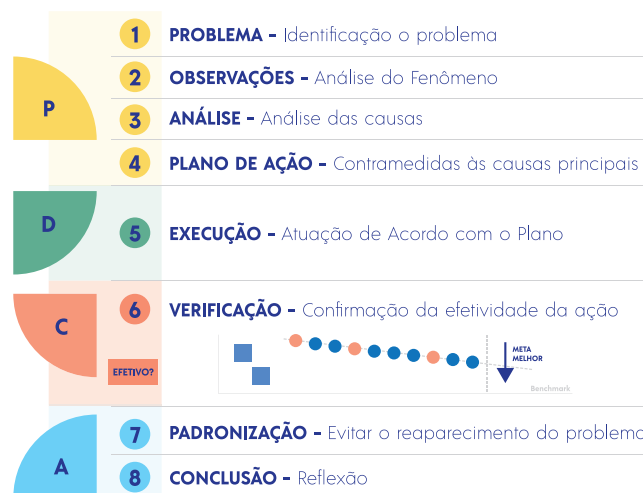


**Figura 4.** Descrição detalhada da metodologia PDCA. **Crédito:** acervo pessoal dos autores



#### 21.3.4.4. Matriz de responsabilidade

Uma vez determinadas as funções principais para as operações da granja, é importante distribuir as tarefas a ser realizadas, de modo que o relacionamento entre os membros da equipe fique claro. Um organograma bem elaborado e a definição de uma Matriz de Responsabilidade clara são os primeiros passos para o planejamento e a obtenção de um relacionamento harmonioso entre as pessoas da granja.

Delegar tarefas é nada mais do que "dar a alguém o poder ou direito legal de realizar alguma atividade". Para delegar, o gerente da unidade de produção deve conhecer como sua equipe funciona, como torná-la e mantê-la motivada e como e para quem transferir a responsabilidade de uma determinada tarefa.

No cenário atual da suinocultura moderna, o gerente de uma unidade de produção precisa administrar os recursos pessoais que possui e ter a equipe de forma engajada para que as tarefas sejam cumpridas. Neste sentido, a matriz de responsabilidade permite identificar se várias pessoas estão executando a mesma tarefa, se alguma função está sem um responsável atribuído para fazê-la e até mesmo se a autoridade/responsabilidade de alguém não está sendo entendida na execução das tarefas.

Com as funções e responsabilidades definidas de forma clara, e o conhecimento dos objetivos do projeto e o papel que cada colaborador tem dentro dele, é possível otimizar a mão-de-obra disponível e garantir o sucesso de um projeto.

A melhor genética, sanidade e nutrição disponíveis do mundo, funciona apenas com pessoas preparadas e motivadas, que atualmente é o fator mais importante na indústria de suínos. O capital humano que forma uma granja é muito importante, sendo este seu principal recurso.

A capacitação dos colaboradores é muito importante, uma vez que falhas na identificação de problemas e demora em sua solução podem prejudicar o bom funcionamento da granja e criar um ambiente de desmotivação na unidade. Problemas na integração de uma equipe resultam em baixo comprometimento com as metas, baixo desempenho e descumprimentos de padrões de rotina.

As pessoas precisam ser desenvolvidas ou descobertas. Infelizmente muitos gestores não buscam o desenvolvimento das capacidades individuais de seus colaboradores. Para atingir excelentes resultados, a equipe da granja deve ser treinada e motivada por meio de palestra e cursos, confraternização entre os membros da equipe, treinamento dos manuais e padrões da granja, visita a outras granjas com resultados melhores e uma gestão eficientes das metas.

Um time bem estruturado tem capacidade de reduzir custos, resolver problemas em tempo hábil, dispor de mais tempo para definir estratégias e melhorias, gerar mais confiança e trazer ganhos de qualidade e produtividade.

Um time que trabalha em harmonia se esforça mais. As pessoas compensam as falhas uns dos outros com habilidades ou conhecimento e a solução de problemas é muito mais eficaz, pois buscam ideias e propostas novas e criativas.

#### 21.3.4.5. O método da cubuca

Uma maneira simples e eficiente para incentivar o autodesenvolvimento dos colaboradores é o método da cubuca, sugerido por Vicente Falconi (em Verdadeiro Poder – Práticas de Gestão que Conduzem a Resultados Revolucionários).

Este método incentiva os colaboradores a demandar conhecimento na medida em que um desafio / problema é apresentado à equipe. Um livro (ou outros materiais como manuais e cartilhas técnicas, artigos etc.) é utilizado como fonte de informação para a solução.

Para o conhecimento ser absorvido por todos os membros da equipe, é necessária uma parte prática. Assim, após a leitura, há um encontro entre todos os colaboradores da equipe e seus nomes são colocados em uma cumbuca. Neste encontro, um dos nomes é sorteado e essa pessoa é a responsável por apresentar o capítulo ou parte do material ao grupo. Em seguida, segue a discussão sobre o assunto. Para aplicar o método recomenda-se a seguinte etapa:

- Escolha um livro ou material técnico que tenha impacto positivo no resultado do negócio ou na solução do problema;
- Forme grupos pequenos, de quatro a seis pessoas. O treinamento e a discussão devem ser direcionados ao problema de cada setor específico e o grupo deve se manter o mesmo durante toda a leitura e discussão do material;
- Realize encontros semanais de pelo menos duas horas com local, horário e dia da semana fixos para facilitar a programação e organização dos encontros;
- O local do encontro deve ser reservado e dispor de meios necessários para uma boa discussão, como projetor multimídia, quadros, flip-chart, além da cumbuca com o nome de todos os participantes;
- Todos os membros do grupo deverão ler e estudar a parte que será discutida na reunião da semana. No momento do encontro, um dos membros do grupo é sorteado para apresentar o material aos demais participantes. Esta pessoa será a facilitadora da reunião, incentivando a participação do grupo, moderando as contribuições que o assunto tem a oferecer para a resolução do problema ou para o desenvolvimento da equipe. Como todos se prepararam, a discussão deverá ser bastante produtiva;
- Caso a pessoa escolhida não tenha estudado, a reunião deve ser desfeita. "Não se deve sortear ou indicar outro nem mesmo aceitar voluntários para apresentar. O método é baseado no compromisso de todos" (FALCONI, 2013);
- Ao fechamento da reunião, deve-se ter um resumo daquilo que foi discutido, as lições aprendidas e uma lista de ações a executar, com os responsáveis por cada ação. O nome da pessoa sorteada retorna à cumbuca, pois pode ser sorteada novamente na próxima reunião. Isso reforça o comprometimento de todos com as reuniões.

## 21.4. ADMINISTRAÇÃO PARTICIPATIVA E INFORMAÇÃO COMO FATORES MOTIVACIONAIS

O treinamento e a capacitação das pessoas são os primeiros passos no processo de motivação. Uma vez que tenhamos uma equipe capacitada, a distribuição de responsabilidades se torna mais fácil e produtiva.

Cada componente da equipe de uma granja deve ter em mente que contribui de forma decisiva para o bom desempenho da produção (AGRINESS, 2018). No momento em que as pessoas se sentem parte do sistema, que percebem que são peças fundamentais para a obtenção de resultados e, mais importante, se sentem responsáveis pelos resultados obtidos no sistema, qualquer meta passa a ser somente mais um desafio. O treinamento e a capacitação da mão-de-obra deve ser "de precisão" - focado nas metas específicas de cada setor versus responsabilidades de cada operador.



Quando se tem um processo de treinamento e gestão da mão-de-obra bem determinado, os membros da equipe entendem sua matriz de responsabilidade e estão focados nas metas de produção e no bem-estar animal, não despendendo tempo na organização dos processos. Cabe ao gestor oferecer qualidade no dia a dia e simplificar a rotina de trabalho do colaborador, eliminando práticas que não agreguem valor, além auditar os processos para garantir que aquilo que foi padronizado seja cumprido.

A disponibilidade de talentos humanos é um fator chave na suinocultura. No entanto, cada vez mais, a escassez de mão-de-obra qualificada e a falta de interesse em trabalhar na suinocultura têm sido um desafio na busca por novos talentos. Ultimamente, a suinocultura tem perdido pessoas para outros setores da economia. Neste contexto, como gerar interesse em atividades do setor primário? Existe uma percepção de que granjas que alcançam a excelência são aquelas que apresentam uma estrutura baseada em pessoas motivadas, comprometidas e capacitadas (AGRINESS, 2018). Dessa forma, se este é o segredo, como motivar e, principalmente, manter as pessoas motivadas em um sistema de produção?

"As pessoas dizem frequentemente que a motivação não dura. Bem, nem o banho - e é por isso que ele é recomendado diariamente" (ZIGLAR, 2019). O que fazer então para se obter motivação diária? O primeiro passo é querer ser motivado, o segundo é buscar a motivação. Estudos demonstram que, quanto mais uma pessoa está comprometida no ambiente de trabalho, mais ela tem condições de ser um agente de mudança. A explicação é que o comportamento - a atitude de fazer - é influenciado, em grande parte, pelo compartilhamento de valores, princípios e crenças da empresa na qual a pessoa está inserida. Porém, motivação, comprometimento e conhecimento são qualidades que podem ser estimuladas (AGRINESS, 2018). Isso significa que, independentemente da função que ocupem no sistema de produção, as pessoas devem ser incentivadas a fazer sempre o melhor. Para isso, é preciso engajá-las no negócio, compartilhando informações e desafios.

### 21.4.1. O conceito CCQ

Como ferramenta de administração participativa, muito utilizada em diversos segmentos do agronegócio, podemos citar o CCQ (Círculo de Controle de Qualidade) - uma ferramenta-chave para o sucesso de qualquer processo de qualidade e envolvimento de pessoas da suinocultura na tomada de decisão e soluções de problemas

O CCQ é definido por um grupo pequeno de colaboradores, em torno de três a seis, formado voluntariamente e treinado para analisar desvios ou deficiências em suas áreas de atuação e buscar soluções corretivas ou inovadoras (CHAVES, 1998). Este grupo possui o mesmo treinamento e entendimento da filosofia, estrutura e objetivos da empresa. A ação é focada na melhoria do desempenho, redução de custos e aumento da eficiência, principalmente no que se refere à qualidade dos processos. Deve ser estabelecida de forma contínua e sistêmica - e não de forma pontual - para resolver problemas específicos de um setor. Cada melhoria realizada torna-se um incentivo para novos trabalhos e cada trabalho reconhecido leva à motivação e ao reconhecimento profissional.

Entre os objetivos do CCQ, podemos destacar os seguintes:

**A.** Propiciar o crescimento das pessoas, estimulando a máxima utilização do seu potencial e evitando a subutilização de algum membro da equipe. Por se tratar de um crescimento organizado e estruturado da equipe, trabalha-se com os pontos fortes e fraquezas existentes no grupo. O colaborador mais hábil auxilia a potencializar os menos hábeis e o resultado final deve ser de harmonia.

**Quadro 1.** Fatores para otimização. **Fonte:** Lomelino Campos (2004)

| <b>Fatores</b>                                                     | <b>Para otimização</b>                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Motivar os colaboradores à reflexão conjunta.                      | Conscientizar quanto à grandeza dos recursos mentais.                                  |
| Autodisciplinar-se para efetivo uso da sabedoria.                  | Treinar e ensinar em aspectos tecnológicos e metodológicos.                            |
| Proporcionar condições para aplicar a sabedoria.                   | Encorajar a participação para enfrentar os problemas e solucioná-los através dos CCQs. |
| Mentalizar todos, quanto ao potencial de conhecimentos acumulados. | Através da preparação dos gerentes, chefes e supervisores.                             |

**B.** Respeitar a natureza humana e gerar um ambiente de satisfação no trabalho saudável e agradável a quem exerce as funções. Todo novo colaborador deve ser respeitado em seu jeito de ser e seu ritmo. É este respeito pela pessoa que desperta nela a vontade e a faz descobrir a motivação para liberar sua força criativa (CHAVES, 1998). Dentre as atividades em prol do respeito ao indivíduo destacam-se:

- Desvincular a imagem do trabalhador como uma máquina por meio de um trabalho digno que satisfaça a vida pessoal e profissional;
- Promover tarefas que desenvolvam a inteligência, a criatividade e a capacidade intelectual;
- Estabelecer relações humanas harmoniosas por meio de grupos que promovam um ambiente de confiança, cooperação, aprendizado e autodesenvolvimento;
- Receber o reconhecimento adequado de colegas, supervisores e subordinados.

**C.** Contribuir para o fortalecimento da organização e desenvolvimento da sociedade: sendo o CCQ um meio para agregar valor ao ser humano, os ambientes nos quais os colaboradores se inserem serão afetados pelo seu crescimento. Isso inclui o ambiente da empresa, relacionamentos pessoais e sociedade como um todo. Com a utilização das práticas de CCQ, esperamos:

- Aumentar a motivação dos colaboradores, oferecendo oportunidade de participar na solução de problemas;
- Formar uma mentalidade de qualidade, com foco na prevenção dos problemas;
- Estimular novas ideias e criar aptidão para resolver e evitar problemas;
- Aumentar a produtividade no trabalho e melhorar a comunicação e relacionamento humano no ambiente de trabalho.

Pelo fato de trabalharem todos os dias na mesma função, os colaboradores podem identificar com mais facilidade os problemas da produção ou processos, podendo dar sugestões de melhorias. Ao executar estas atividades, o colaborador verifica a sua importância dentro do sistema e a satisfação em fazer parte de uma empresa que o incentiva a dar ideias para realizar melhorias.

Para haver uma real contribuição do CCQ para a melhoria e desenvolvimento da empresa, deve haver um perfeito sincronismo com os trabalhos desempenhados pelos diversos setores ou ainda com outros níveis hierárquicos. Existem algumas características que direcionam este sincronismo:

- Todos são responsáveis pelo Controle da Qualidade. Isso significa produzir resultados ou soluções que atendam às exigências da granja para se atingir as metas de forma racional;

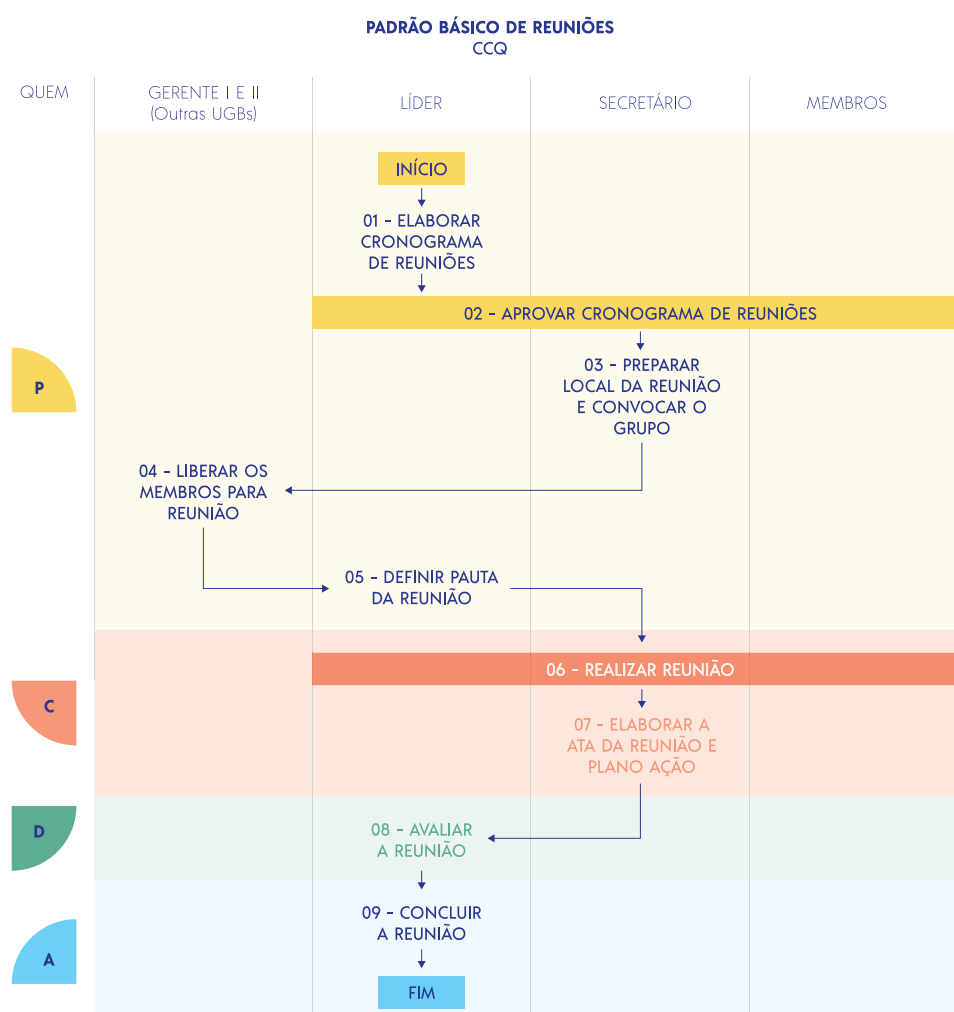
• Deverá existir uma coordenação geral e sincronizada entre os diversos setores e em cada nível da granja.

O plano de implementação dos CCQs deve incluir:

- Campanhas motivacionais por meio de palestras;
- Treinamento técnico a fim de identificar os problemas e buscar as soluções;
- Formação dos grupos de discussão utilizando as técnicas de *brainstorming*;
- Nomeação de líderes e temas que cada grupo irá trabalhar;
- Cronograma de atividades com acompanhamento do coordenador;
- Reuniões periódicas entre os membros da equipe (ver Figura 6 a seguir).

A adoção desta ferramenta de gestão pode ser justificada pelo momento que o setor suinícola atravessa, na busca de meios de capacitar e comprometer seus empregados na resolução de problemas a fim de propiciar melhorias de qualidade, produtividade e competitividade em um mercado globalizado.

**Figura 5.** Padrão Básico de Reunião. **Crédito:** Acervo pessoal dos autores.



## 21.5. TÉCNICAS DE GESTÃO E MOTIVAÇÃO DE PESSOAL

Via de regra, não há uma técnica definida, uma fórmula mágica a ser aplicada capaz de revolucionar a maneira de se relacionar e gerir as pessoas. O que existe são formas de lideranças que, mesmo sendo completamente diferentes, levam a resultados semelhantes. Tão importante quanto a técnica de gestão é a forma de liderança – esta sim, indispensável a qualquer gestor. Segundo Faccin (2010) um plano de gestão de pessoas deve promover:

- A escolha certa do líder para o desafio que se apresenta;
- A escolha da estratégia correta para o que se pretende implementar;
- Estabelecimento de metas;
- Implementação de um plano de ação que contemple os recursos necessários à obtenção das metas;
- Acompanhamento e correção dos desvios;
- Feedback e reconhecimento.

Estes devem ser os primeiros passos no início de um processo de gestão, treinamento e motivação de pessoas. Logicamente, esta é somente uma pequena parte do processo. O trabalho com pessoas é muito mais complexo que uma simples lista de tarefas. Cada indivíduo é um ser único e age de forma distinta. O grande desafio é realmente compreender e saber lidar com isso.

O planejamento do trabalho, definição das metas, padrões e decisões são implementados de forma mais eficaz quando se tem uma equipe bem integrada e motivada. O líder da equipe ou o gestor da unidade de produção deve desenvolver e manter pessoas que gostem do seu trabalho e que saibam seus objetivos. Além disso, um ponto fundamental na motivação de pessoas é constantemente repassar informações dos resultados aos colaboradores.

Com bons resultados, devemos estimular a equipe a colocar novas metas, melhorando e superando cada vez mais as expectativas. Com resultados ruins, devemos estimular e lembrar que já tiveram bons resultados e assim estabelecer estratégias e contramedidas para melhoria de performance. Alguns fatores que desmotivam a equipe incluem:

- Um ambiente inadequado de trabalho;
- Alimentação inadequada;
- Moradias com más condições;
- Localização da granja de difícil acesso;
- Má distribuição das instalações, que dificultam o manejo;
- Má conservação interna e externa da granja;
- Falta de avaliação do seu trabalho (feedback do gerente);
- Equipe com baixa remuneração.

## 21.5.1. Pilares da motivação

"Motivação é a arte de incentivar as pessoas a fazerem o que você quer que elas façam porque elas querem fazer, não porque precisam fazer" (Dwight Eisenhower, 34º presidente dos EUA). Se quisermos manter e melhorar os resultados de nossas granjas devemos mudar alguns conceitos:

- Ter um bom Plano de Contratação/ Recrutamento do pessoal;
- Ter um bom Plano de Treinamento;
- Treinar com base em ciência, fisiologia do suíno, fatos e números (metas);
- Otimizar a mão-de-obra disponível;
- Menor rotatividade de pessoal;
- Motivar continuamente os funcionários – Trabalho em equipe;
- Disciplina na rotina diária de trabalho;
- Definir prioridades e fazer o necessário – Hábitos;
- Atitude – fazer e não complicar;
- Comunicação correta dos objetivos / metas e das rotinas;
- Fluxo de produção simples;
- Ter manejos simples e disciplina nos protocolos.

**Figura 6.** Atitudes: Motivação, comprometimento e responsabilidade. **Crédito:** acervo pessoas dos autores.



## 21.5.2. O desafio da rotatividade: como reter mão-de-obra de qualidade

Atualmente, no cenário nacional e internacional do setor suinícola, as margens de lucro são mais reduzidas, portanto a necessidade de produtividade é o ponto básico e estratégico para o equilíbrio e manutenção de uma empresa.

Na suinocultura moderna, existem diferentes sistemas de produção que necessitam de pessoas especializadas, motivadas, capacitadas e envolvidas nesse sistema. O fator humano representa de 8% a 12% do custo de produção, sendo que alguns segmentos como maternidade e gestação são 100% dependentes da mão-de-obra. Este custo está diretamente relacionado à escassez de disponibilidade de mão-de-obra no setor.

A retenção e estabilidade da equipe em um sistema de produção de suínos é um fator-chave para a eficiência produtiva, uma vez que funcionários mais experientes detêm o conhecimento e o domínio do processo, desenvolvendo com mais presteza as funções sob sua responsabilidade (KUMMER et al., 2012).

Além de aumentar os custos, a rotatividade tem como principal revés a necessidade de treinamento dos novos funcionários. Por um determinado período, esse motivo pode impactar na qualidade das tarefas, tornando os resultados inconstantes. Um conceito bastante interessante publicado pelo autor Jim Collins (2001) no livro *Good to Great - Empresas Feitas para Vencer*, que pode ser utilizado como base para as unidades de produção é o de "primeiro quem e depois o quê". Algumas vezes pode não haver a função adequada para a pessoa disponível para a unidade, mas se a pessoa tem o perfil correto e está alinhada com os valores e a filosofia da empresa, logo essa pessoa se molda ao perfil da unidade, construindo uma carreira de longo prazo, contaminando os que estão à sua volta com atitudes positivas e proativas (KUMMER et al., 2012). Dessa forma, se você tiver as pessoas certas na equipe, o problema de como motivá-las e gerenciá-las passa a ser mais fácil, sem considerar a energia economizada na administração de conflitos.

Da mesma forma, descobrir como reter pessoas por meio da motivação e premiação daqueles que possuem desempenhos adequados passa ser o grande desafio. Segundo Ferreira e Freire (2001) a ponta do iceberg das distorções da política de recursos humanos, a rotatividade por vezes esconde/revela a maneira como a empresa está se portando na gestão de pessoas e processos bem como a forma que está administrando o clima organizacional e a satisfação dos funcionários. Isso se reflete no resultado de pesquisas que demonstram que mais de dois terços das pessoas pedem demissão de seus chefes, não de suas empresas.

## 21.5.3. Plano de remuneração variável em granjas

A participação nos lucros e resultados da empresa como estratégia de remuneração variável é uma forma de recompensar e reconhecer o empenho e o comprometimento dos funcionários pelos bons índices técnicos. Além de incentivar a dedicação, a prática promove o mérito, sendo este um dos grandes motivadores dos funcionários. Para Cavalcanti (2005) a premissa desta abordagem é de que as pessoas concentram seus esforços em direção aos objetivos, de modo que o estabelecimento de metas impulsiona um indivíduo, dirigindo seus pensamentos para uma finalidade específica. No entanto, as metas devem possuir algumas características como: serem desafiadoras, porém tangíveis; claras, compreendidas e, principalmente, quantificáveis. Somente desta forma o processo será benéfico para a empresa.



## 21.5.4. Qualidade de vida oferecida aos colaboradores

A expansão da suinocultura brasileira para regiões com maior disponibilidade de terras e matérias-primas para alimentação animal, a priorização da instalação de unidades em locais que proporcionem maior isolamento para atender a questões de biossegurança e a necessidade de ampliação das escalas produtivas condicionaram a migração da atividade para regiões com menor densidade populacional, como o Centro-Oeste. Consequentemente, muitas granjas produtoras de suínos foram construídas distantes das zonas urbanas.

O desafio de retenção de pessoal fica mais complexo nestas condições, o que passa a exigir maiores investimentos em infraestrutura para fornecer boa qualidade de vida para muitas famílias que passaram a residir na zona rural. A primeira necessidade são as residências, que devem propiciar conforto e segurança a todos os moradores destas pequenas vilas rurais fixadas em locais próximos do local de trabalho, dispensando grandes deslocamentos entre as habitações e o trabalho. A distância entre a cidade e as granjas em muitas circunstâncias impossibilita que os funcionários residam na zona urbana, tornando o investimento em residências uma necessidade para o sucesso do negócio.

Em muitas circunstâncias, quando não há moradias suficientes para todos os funcionários, são priorizadas moradias para gerentes, líderes de setor, funcionários que trabalham no turno da noite (noturnos, parteiros) e pessoas da área de manutenção e segurança.

No entanto, não bastam boas moradias. É necessário propiciar oportunidades de entretenimento e lazer para os colaboradores e seus familiares, investindo recursos na área social. Portanto, disponibilizar quadras esportivas (ex: futebol, voleibol, bocha), playground, churrasqueiras e quiosques são medidas que auxiliam na retenção das equipes. O importante é entender as necessidades e as expectativas das pessoas para poder priorizar os investimentos e avaliar os índices de satisfação.

As crianças e os jovens filhos dos funcionários devem receber atenção especial, na medida em que precisam receber educação formal e meio de transporte dedicado exclusivamente para este público entre suas residências e a escola. Não será possível fornecermos emprego para famílias com filhos em idade escolar se não tivermos soluções para a questão educacional.

O transporte do pessoal é outro ponto que merece destaque. Nas condições em que se faz necessário transporte entre a zona urbana e as granjas, devemos disponibilizar veículos adequados nos horários que atendam as rotinas das unidades.

Vale lembrar que em muitas circunstâncias devemos oferecer mais do que moradia, lazer e transporte. Nas fazendas maiores, organizar um local que possa servir de apoio (posto de saúde) para desenvolvimento dos programas de saúde básica desenvolvidos pela área pública em parceria com a privada, com atendimento médico e odontológico, tem grande efetividade na fixação das pessoas no campo.

Oferecer plano de saúde e/ou odontológico pode significar um ponto de atração e retenção de pessoal. É cada vez mais comum a disponibilidade deste benefício para os funcionários da suinocultura. Em muitas circunstâncias os custos podem ser compartilhados entre o funcionário e o empregador.

Para buscar uma maior estabilidade, é salutar propiciar um local para encontros religiosos. Neste sentido, muitas empresas fornecem espaços para atividades do campo religioso, tais como capelas ou oratórios.

Além disso, não podemos deixar de citar o investimento em áreas de convivência dentro

da granja para utilização dos funcionários nos momentos descanso/intervalos de suas rotinas. Áreas de lazer com televisão, sala de jogos, sala de descanso etc., são essenciais para o conforto e o bem-estar dos funcionários, contribuindo para sua motivação no trabalho.

A qualidade da alimentação (café da manhã, almoço e lanche) oferecidos aos funcionários também contribui diretamente para seu bem-estar. No refeitório, o ambiente deve estar limpo, com disponibilidade de utensílios para alimentação ou aquecimento de sua refeição. A granja deve possuir pontos de água (bebedouros) em todos os setores.

Uma estrutura adequada de banheiros, com chuveiros, sanitários, disponibilidade de toalhas, sabonete, uniformes etc. é igualmente fundamental, pois contribui não apenas para o bem-estar da equipe de trabalho, como também faz parte das práticas de biossegurança da granja.

**Figura 7, 8 e 9.** Estruturas de moradia e lazer de funcionários de granja de suínos. **Crédito:** acervo pessoal dos autores.



## 21.6. HABILIDADES NECESSÁRIAS PARA GERENCIAR UMA UNIDADE PRODUTIVA

Gerenciar um sistema de produção não é uma tarefa fácil. Além de domínio técnico, a gestão de pessoas acaba sendo um grande desafio. Contratar pessoas capacitadas é difícil, mas contratar as pessoas certas para cada tarefa é uma proeza. De nada adianta trabalhar com tecnologia de última geração sem a participação de pessoas que estejam aptas a utilizá-las no dia a dia. Apesar deste ser um material prático para a rotina do dia a dia, gostaríamos de citar uma ideia de Jack Welch (2005), um dos maiores gestores da área de administração: "Quando se inicia a busca por grandes talentos, é necessário que se esteja atendo ao que ele chama de modelo dos 4E e 1P". A terminologia representa o seguinte:

- Energia positiva (1E): capacidade para desempenhar e prosperar na ação e vibrar com o resultado. São pessoas entusiastas e realmente amam o que fazem;
- Energização (2E): capacidade de energizar as pessoas que o rodeiam. É a capacidade de inspirar a equipe a aceitar os grandes desafios. No entanto, para energizar pessoas, há necessidade de se conhecer muito bem o negócio/atividade e ter forte capacidade de persuasão;
- Estofo (3E): a coragem para tomar decisões difíceis do tipo sim ou não. Pessoas eficazes têm a percepção de quando parar de avaliar a situação e partir para a ação. Situações em que a indecisão é uma constante acabam prejudicando o bom andamento do sistema;
- Execução (4E): capacidade de realizar o trabalho. O que parece ser o mais fácil, é o mais difícil de ser colocado em prática. De nada adianta uma pessoa possuir energia, ter capacidade de energização, tomar boas decisões e não saber colocar a estratégia em prática. Segundo Welck, "a capacidade de execução é uma habilidade especial e distinta. Significa que a pessoa sabe converter as decisões em ação e persistir até a conclusão, superando as resistências, vencendo o caos e transpondo os obstáculos inesperados. As pessoas capazes de executar sabem que vencer é conseguir resultados.";
- Paixão (1P): paixão no que se faz. Paixão pelas grandes vitórias próprias, pelas vitórias dos colegas de trabalho e de todos os envolvidos é o que realmente faz a diferença entre o estar envolvido ou estar comprometido. Estar comprometido significa fazer parte do negócio e querer que realmente tudo prospere.

Sendo assim, encare o desafio e inicie a busca por grandes talentos.

## 21.7. PRINCIPAIS DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO DE TALENTOS HUMANOS PARA SUINOCULTURA

O papel do gestor é desenvolver o talento das pessoas. Identificar o potencial de cada funcionário da equipe, conhecer e desenvolver suas habilidades e colocá-las no lugar certo é o grande desafio. A formação de uma boa equipe é um meio para obter bons resultados e começa pelo recrutamento das pessoas. Neste sentido, alguns critérios devem ser levados em consideração:

- Definir o perfil do cargo que irá ocupar;
- Estabelecer as cargas de trabalho a ser realizada;
- Elaborar uma boa matriz de responsabilidade;
- Ter claramente definidos os manuais e protocolos de operação para a função a ser executada;
- É preciso educar e dar suporte para que eles saibam o que fazer e produzam mais e melhor;
- Precisam ser treinados e capacitados sobre o comportamento dos suínos.

Estes são pontos essenciais para obter sucesso na contratação dos colaboradores e manter o menor índice de reposição de pessoal. Portanto, o processo de seleção de pessoal é imprescindível para a escolha e retenção dos jovens talentos. Uma seleção inadequada ou colocação das pessoas nas funções erradas pode gerar várias consequências negativas, tais como:

- Perda de tempo e dinheiro;

- Pagamento das verbas rescisórias;
- Treinamentos iniciais e práticos perdidos;
- Sobrecarga dos demais funcionários da equipe;
- Comprometimento das metas da granja.

## 21.8. ENSINO E DESENVOLVIMENTO DE BOAS PRÁTICAS NA SUINOCULTURA

Atualmente, existem no país mais de 300 cursos de medicina veterinária, o que representa cerca de um terço dos cursos ofertados no mundo, de acordo com o Ministério da Educação. Neste cenário, a preocupação com a qualidade dos cursos oferecidos e a formação dos futuros profissionais é crescente. Especificamente na esfera das boas práticas de produção e bem-estar animal, a inserção dessas disciplinas nos currículos da medicina veterinária e zootecnia ainda é insatisfatória. As disciplinas que formam a grade curricular desses cursos devem estar alinhadas e integradas ao conceito de boas práticas e bem-estar animal, com foco na qualidade final do produto, sustentabilidade do negócio e produtividade.

Um estudo realizado pela Universidade Federal do Paraná com objetivo de traçar um perfil do panorama do ensino da medicina veterinária em relação a questões de bem-estar animal observou que 46% das 94 instituições estudadas apresentavam a disciplina de bem-estar animal e que apenas 26% ofereciam a disciplina de etologia. Houve evidência de que o ensino enfatiza a esfera física do bem-estar animal, sendo que as esferas comportamental e psicológica não recebem atenção similar ao longo dos cursos (BORGES et al., 2013).

Demonstrou-se ainda que os currículos do curso de medicina veterinária não disponibilizam ferramentas adequadas para que os futuros profissionais atendam a demanda do setor produtivo e da sociedade sobre o tema. O reconhecimento da necessidade de ensino para que os profissionais tenham uma postura crítica e conhecimento em relação ao tema está consolidado na literatura internacional. A OIE, da qual o Brasil é membro, recomenda o ensino de bem-estar animal obrigatório para o curso de medicina veterinária (BORGES et al., 2013).

Porém, no Brasil, ainda existe o desafio de se investir em pesquisa, já que boa parte da literatura disponível sobre bem-estar animal provém de outros países, especialmente da Europa (BUSS, 2017). O papel do médico veterinário é orientar e estar sempre atualizado nesta questão, observamos que muito do que se fala sobre bem-estar tem pouco embasamento científico.

## 21.9. ESTUDO DE CASO: TREINAMENTO DE PESSOAS

Segundo Ludwig (2016), fatores como nutrição, sanidade e ambiência são fundamentais em um sistema de produção de suínos. No entanto, por mais automatizadas que venham a ser as atividades, estas ainda são completamente dependentes do fator humano, não sendo possível produzir suínos sem formar e, principalmente, manter equipes comprometidas e eficientes.

O treinamento de pessoas em um sistema de produção de suínos é um fator fundamental na obtenção de resultados consistentes e, conseqüentemente, na obtenção das metas propostas. Em grande parte das situações, o ajuste de condutas e manejos na equipe de produção é suficiente para que se consiga resolver as anomalias e retornar à normalidade da produção. Além de um treinamento constante, o principal desafio está relacionado à disciplina das atividades diárias. Fazer como realmente tem que ser feito e evitar retrabalho é o segredo de sucesso. Vamos refletir a partir da situação descrita a seguir:

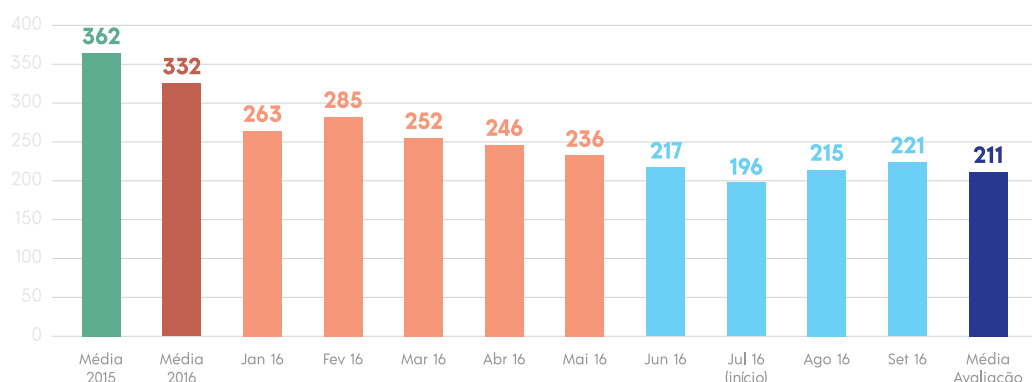
## 21.9.1. Análise da situação

O case apresentado se passa em uma UPL (Unidade Produtora de Leitões) com capacidade para alojar 5.500 matrizes comerciais (70%) e avós (30%), localizada no Estado de Mato Grosso. A unidade trabalha com idade média de desmame de 21 dias e, posteriormente, os leitões são transferidos para o sítio de creche, com exceção das leitoas de reprodução que ficam na creche da própria granja. O sistema opera com auto reposição. A estrutura física é composta de quatro barracões de maternidade, cinco barracões de gestação e um de creche. O quadro de cargos e funções da UPL conta com 61 funcionários, incluindo o gerente da unidade e mais três lideranças de setor (Quarto-Sítio - matrizes de reposição, Gestação e Maternidade).

A UPL vinha sofrendo há várias semanas com uma elevada mortalidade de leitões durante o período de lactação (ver Gráfico 1 a seguir). Este fato fez com que a unidade não cumprisse a meta de número de leitões desmamados no período. Além da alta mortalidade de leitões, havia uma grande variação nesse número ao longo das semanas de produção, indicando não haver uma rotina de manejo bem estabelecida, bem como disciplina nas ações corretivas. Sempre que havia uma intervenção por parte de uma consultoria externa os números apresentavam melhora, porém a mesma não era duradoura.

**Gráfico 1.** Histórico do número de leitões mortos no período de lactação ao longo do período de produção\*.

\*Média 2015, média primeiro semestre 2016, janeiro a junho de 2016 e julho a setembro de 2016 e média do período de avaliação. **Fonte:** Acervo dos autores.



A diarreia era uma das principais causas da mortalidade dos leitões na fase de lactação. Da mesma forma, os leitões sobreviventes apresentaram desempenho abaixo do esperado para a fase (GPD médio 187 g). De acordo com o gerente da unidade, foi realizada a colheita de material diarreico e enviado ao laboratório para diagnóstico. Os agentes

patológicos envolvidos foram identificados como a *Escherichia coli* enteropatogênica e *Clostridium difficile*. O uso de antimicrobianos de forma preventiva e terapêutica era uma realidade desde o primeiro dia de vida dos leitões, no entanto o resultado esperado não estava sendo atingido. A troca de princípios ativos se tornou uma constante na tentativa de se resolver o problema entérico.

## 21.9.2. Plano de Ação

Como solução ao problema, a equipe foi reunida para uma conversa a respeito do que estava ocorrendo. Vários pontos foram levantados, dentre os quais a equipe reduziu, o grande número de leitões e o excesso de trabalho como causas do problema de mortalidade de leitões. Diante deste quadro se estabeleceu um plano de metas a ser cumpridas de imediato. As principais ações tomadas são discutidas no **Quadro 2** a seguir.

**Quadro 2.** Atividades realizadas visando a redução da mortalidade de leitões na fase de lactação. **Fonte:** Acervo dos autores.

| Ação                                                  | Como fazer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Porque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atendimento ao parto e ao neonato – secagem do leitão | Secar o leitão com pó secante imediatamente após o parto. Garantir que o leitão foi completamente seco.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | A queda da temperatura corporal dos leitões nas 24 horas após o nascimento é um fator de risco importante para mortalidade neonatal devido ao desenvolvimento de hipotermia e pela redução de consumo de colostro pelos leitões que passam frio.                                                                                                                                    |
| Mamada do colostro                                    | Colocar o leitão para mamar logo após o manejo inicial. Ter a certeza de que o leitão mamou o colostro. Marcar os leitões de acordo com a ordem de nascimento. A marcação permite revezar as mamadas dos leitões durante o parto, permanecendo de oito a dez leitões de cada vez, maximizando assim a ingestão de colostro. Garantir que os leitões mamem pelo menos 250 g de colostro nas primeiras 24 horas. | A quantidade de colostro ingerido pelos leitões é um fator determinante da sobrevivência do leitão. A ordem de nascimento (a partir do 9º leitão) e baixo peso ao nascer (<1 kg) estão diretamente associadas às mortes dos leitões na primeira semana de vida. A correta ingestão de colostro permite uma melhor imunidade dos leitões, principalmente para problemas de diarreia. |
| Uniformização das leitegadas                          | Realizar a transferência de leitões entre 6 e 24 horas após o nascimento. O leitão tem que mamar colostro e permanecer com a mãe biológica por pelo menos 6 horas. Realizar uma avaliação visual do peso dos leitões e do número de tetos viáveis da matriz. Uniformizar grandes (>1,5 kg) e médios (1,2 a 1,5 kg) e médios e pequenos (<1,2 kg).                                                              | Permitir que o leitão aproveite o período de maior concentração de imunoglobulinas no colostro e maior potencial de absorção das mesmas. Maximizar a ingestão de colostro da mãe biológica em um período com poucas brigas, uma vez que a maioria dos leitões ainda não definiu os tetos.                                                                                           |



| <b>Ação</b>                                        | <b>Como fazer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Porque</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manejo dos leitões de baixa vitalidade             | Transferir os leitões considerados de baixa vitalidade para uma matriz que apresente um aparelho mamário com tetas pequenas e linha baixa, seja dócil e ordem de parto entre 2 a 5. Utilizar sonda orogástrica para os leitões que tiverem dificuldade em mamar. Fornecer 20 mL de colostro através de uma sonda uretral nº 6 logo após o nascimento sendo repetido esse manejo após 24 horas por, pelo menos, mais quatro vezes. | Permitir a máxima ingestão de colostro e leite. Garantir que estes leitões não entrem em hipoglicemia. É importante a identificação precoce dos leitões das categorias de risco para que possa ser dada a assistência adequada para aumentar a sua chance de sobrevivência.                                                                                                                                                                 |
| Manejo da mãe de leite                             | Utilizar mãe de leite para leitões de baixo desempenho até o quinto dia de vida. Para tal, transferir os maiores leitões após a uniformização (24 horas) para uma matriz com período de lactação entre quatro e sete dias e os leitões desta matriz transferir para uma fêmea com lactação de 19-23 dias, próxima do desmame. Realizar o agrupamento dos leitões de baixo desempenho nas matrizes na fase inicial da lactação.    | A justificativa para este manejo é decorrente que, tanto a composição, mas principalmente a quantidade de leite produzido pelas porcas nos dois passos são compatíveis com as necessidades dos leitões adotados. Leitões que passam por mães de leite organizadas em manejo de dois passos apresentam uma taxa de mortalidade menor em relação aos que passam por um único manejo (onde a fêmea de final de lactação adota recém-nascidos). |
| Estímulo ao consumo de ração da matriz.            | Fornecimento de ração molhada para estimular o consumo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | A quantidade de ração ingerida está diretamente ligada à produção de leite pela matriz. Em condições de estresse térmica as matrizes reduzem o consumo voluntário de ração. O estímulo de fornecimento de ração molhada e o ato de levantar as matrizes permite um incremento no consumo de ração e manutenção da lactação.                                                                                                                 |
| Qualidade do colostro                              | Revisão da técnica de vacinação e das vacinas utilizadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | A correta vacinação das matrizes no final da gestação garante uma melhor qualidade do colostro das matrizes. Falhas relacionadas a formação de abscessos, número de aplicações e dose utilizada implicam na formação de um colostro de pior qualidade predispondo ao aparecimento de diarreias nos leitões.                                                                                                                                 |
| Programa de limpeza e desinfecção das instalações. | Após o desmame, realizar a retirada a seco dos dejetos das salas de maternidade. Umedecer o ambiente. Utilizar solução detergente para facilitar a limpeza. Calcular adequadamente a quantidade de desinfetante a ser utilizado. Não utilizar a solução desinfetante no ambiente molhado.                                                                                                                                         | A redução da pressão de infecção é importante no controle de processos sanitários. Realizar uma correta limpeza e desinfecção das salas de maternidade é fundamental para se evitar a ocorrência de doenças nos leitões.                                                                                                                                                                                                                    |

Como metodologia foi adotado o treinamento em local de trabalho. Da mesma forma, a equipe responsável pela vacinação de matrizes, atendimento ao parto e manejo inicial de leitões foi reunida para treinamento. Durante toda a conversa não se buscou o responsável pelo fracasso do manejo e sim a importância de um trabalho realizado em equipe. A dimensão de causa e consequência foi muito bem explorada entre os colaboradores. Todo o período de avaliação da mudança das atitudes de manejo e de processos foi acompanhado por consultoria externa, a qual acompanhava diariamente as atividades e corrigia eventuais desvios.

### 21.9.3. Resultados

Após algumas semanas, foi realizada uma nova avaliação, sendo observado que os problemas relacionados a diarreias de leitões haviam praticamente sido eliminados do sistema de produção com a implantação de um programa consistente de limpeza e desinfecção, ajuste do processo de vacinação das matrizes e um correto manejo de colostro.

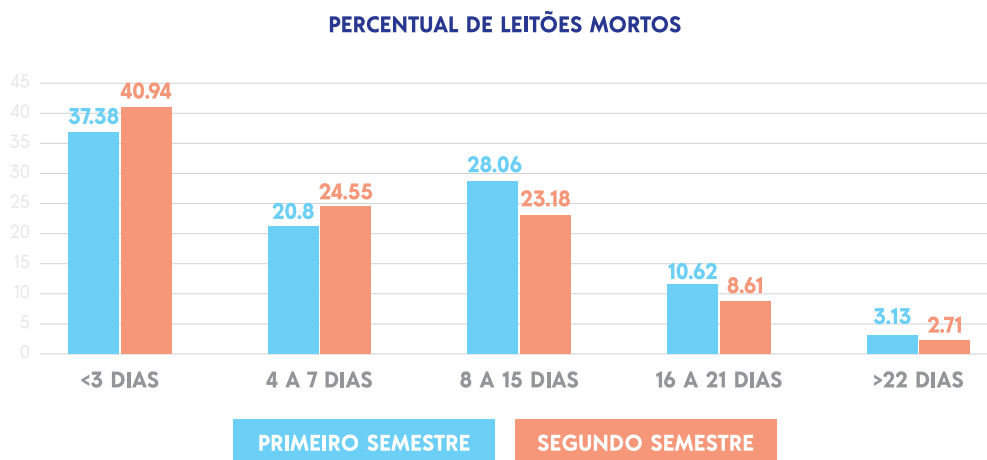
A amplitude de leitões mortos na semana variava de 230 a 589 leitões (2015), 233 a 401 leitões (janeiro a junho de 2016) e foi reduzida para 196 a 221 durante o período de execução do plano de ação. Com isso, foi observado um aumento do número de leitões desmamados por matriz (ver **Gráfico 2** a seguir).

**Gráfico 2.** Número de leitões desmamados por matriz antes e após a adoção das medidas de mudança. Colunas em vermelho indicam o período da adoção das mudanças. **Fonte:** Acervo dos autores.



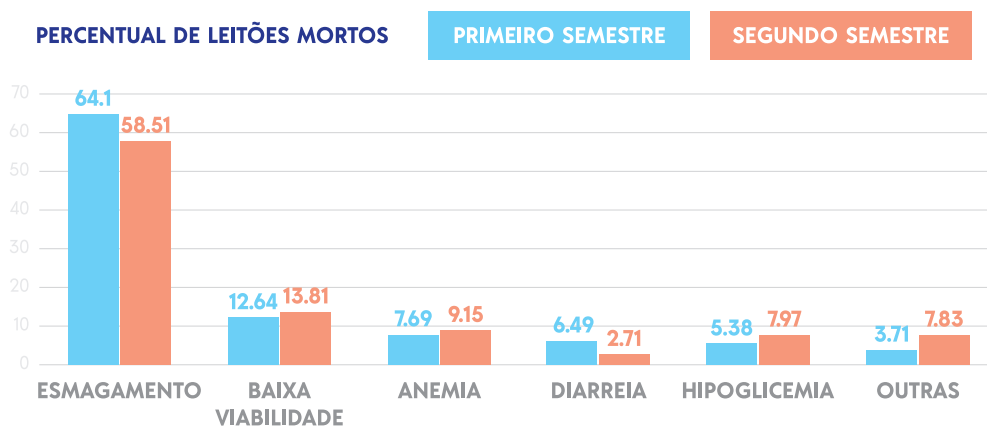
O número de desmamados por matriz aumentou em 0,6 leitões durante o período da observação, passando de uma média de 10,9 para 11,5 leitões, o que pode resultar em 7.920 leitões desmamados a mais ao ano, extrapolando para um plantel médio de 5.500 matrizes com 2,4 partos/matriz/ano. A distribuição das mortes por idade de lactação apresentou uma redução no período após o 7º dia, passando de 41,81% para 33,50% (ver **Gráfico 3** a seguir).

**Gráfico 3.** Distribuição da mortalidade de acordo com a idade de lactação. **Fonte:** Acervo dos autores.



Considerando os motivos de mortalidade durante a lactação, praticamente não houve alteração nas causas (ver **Gráfico 4** a seguir), porém a causa "diarreia" foi reduzida para menos da metade (de 6,49% para 2,71%).

**Gráfico 4.** Distribuição da mortalidade de leitões de acordo com a causa **Fonte:** Acervo dos autores.



Da mesma forma, os benefícios foram além do controle da mortalidade dos leitões na lactação. O índice de ganho de peso diário dos leitões foi incrementado, uma vez que o desafio sanitário foi reduzido por meio da correta adoção dos manejos básicos.

## 21.9.4. Principais desafios enfrentados

No início dos trabalhos propostos foi observada certa resistência de alguns membros da equipe devido à presença de uma pessoa estranha ao sistema. Em um primeiro momento essa figura foi quase que ameaçadora, pois estava controlando o trabalho dos funcionários. Esse foi um ponto fundamental a ser trabalhado, pois o sucesso do resultado do plano estabelecido está relacionado à mudança de comportamento das pessoas. Cada indivíduo é um ser único e a habilidade em tratar com essa variabilidade irá fazer toda a diferença.

Segundo Dallanora (2018), as pessoas mudam quando se sentem seguras. A maneira como estamos trabalhando faz com que as pessoas se sintam seguras e mudem de atitude? Muitas vezes as recomendações são simplesmente deixadas na granja sem que seja realizado um trabalho de base com os funcionários. É muito mais fácil dizer que as ações não foram eficazes pois os funcionários não realizaram os manejos de forma correta do que admitir que o nosso trabalho em repassar as informações foi falho. Lembre-se: "As pessoas mudam quando se sentem seguras!".

Este é mais um exemplo concreto da importância da correta execução de manejos básicos. Práticas elementares como limpeza regular e adequada das instalações, vazio sanitário e maior atenção e qualidade do manejo dedicado à assistência ao parto, à porca e sua leitegada nos primeiros dias de vida são pontos imprescindíveis para que as metas propostas para o setor de maternidade sejam alcançadas.

Da mesma forma, trabalhar com uma equipe comprometida com o resultado faz muita diferença. A unidade de produção passou a não mais utilizar antimicrobianos de forma preventiva e o consumo de antimicrobianos de forma terapêutica reduziu consideravelmente. Esse caso demonstra que, dentre todas as ações tomadas, a mudança de atitude da equipe de trabalho é fundamental na obtenção do sucesso de qualquer programa. Pessoas comprometidas fazem a diferença. Como conclui Bill Hewlett: "Homens e mulheres desejam fazer um bom trabalho. Se lhes for dado o ambiente adequado eles o farão".

## 21.10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada funcionário de granja impacta sobre o número maior de animais. Como gestores, precisamos entender as necessidades de cada funcionário, desenvolver e reconhecer suas habilidades individuais. A vantagem competitiva da granja será ditada pela qualidade de trabalho dos funcionários. Por isso, funcionários com destaques deverão ser mantidos, tratados com respeito e ter oportunidades de crescimento.

A adoção de uma linguagem simples é necessária para a comunicação dos protocolos e metas aos colaboradores. Porém, é importante inserir as melhores pessoas nas melhores oportunidades, não nos maiores problemas.

Planejar com a equipe os objetivos, prioridades e oportunidades de melhorias que a granja deve ter para os próximos 6, 12 e 18 meses é importante como estratégia de motivação pela via da gestão participativa e valorização dos conhecimentos de cada profissional.

## 21.11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRINESS. A importância das pessoas na operação da granja. 2018. Disponível em: <http://www.agriness.com/pt/importancia-das-pessoas-na-operacao/>. Acesso em: 3 mar. 2018.

BORGES, T. D.; SANS, E. C. O.; BRAGA, J. S.; MACHADO, M. F.; MOLENTO, C. F. M. Ensino de bem-estar e dor animal em cursos de medicina veterinária no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 1, p. 29-36, 2013.

CAVALCANTI, V. L. Liderança e motivação. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

CHAVES, N. M. D. CCQ - soluções em equipe. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

COLEMAN, G. J.; HEMSWORTH, P. H. Training to improve stockperson beliefs and behaviour towards livestock enhances welfare and productivity. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, v. 33, n. 1, p. 131-137, 2014. doi.org/10.20506/rst.33.1.2257.

COLEMAN, G. J.; HEMSWORTH, P. H.; HAY, M. Predicting stockperson behaviour towards pigs from attitudinal and job-related variables and empathy. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 58, n. 1-2, p. 63-75, 1998. doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01168-9.

COLEMAN, G. J.; HEMSWORTH, P. H.; HAY, M.; COX, M. Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large commercial farm. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 66, n.1-2. p.11-20, 2000. doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00073-8.

COLLINS, J. Empresas feitas para vencer: por que algumas empresas alcançam a excelência... e outras não. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2001.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*, n. L 47, 18 fev. 2009. p. 5.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council Directive 98/58/EC of 20 July 1998 concerning the protection of animals kept for farming purposes. *Official Journal of the European Union*, n. L 221, 8 ago. 1998.

DALLANORA, D. Gestão da saúde entérica: ferramentas e estratégias de controle e prevenção. Curso de pós-graduação em sanidade de suínos e aves. Xanxerê, SC: UNOESC, 2018.

DIESEL, T. A. Fatores de risco associados às perdas quantitativas e econômicas ocorridas no manejo pré-abate de suínos. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2016.

FACCIN, M. Gerenciamento e motivação de pessoal em uma empresa de suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, n. 38, (Supl 1): s135-s139, 2010.

FALCONI, V. O verdadeiro poder: práticas de gestão que conduzem a resultados revolucionários. Nova Lima: INDG, 2009.

FALCONI, V. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9. ed. São Paulo: Falconi Editora, 2013. 266p.

FERREIRA, M. C.; FREIRE, O. N. Carga de trabalho e rotatividade na função de frentista. *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 5, n. 2, p.175-200, 2001.

HEMSWORTH, P. H.; PEDERSEN, V.; COX, M.; CRONIN, G. M.; COLEMAN, G. J. A note on the relationship between the behavioural response of lactating sows to humans and the survival of their piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 65, n. 1, p. 43-52, 1999.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. J.; BARNETT, J. L.; BORG, S.; DOWLING, S. The effects of cognitive behavioral intervention on the attitude and behavior of stockpersons and the behavior and productivity of commercial dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 68-78, 2002.

HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L.; HANSEN, C. The influence of inconsistent handling on the behaviour, growth and corticosteroids of young pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 17, n. 3-4, p. 245-252, 1987.

KUMMER, R., ANDRADE, E., GONÇALVES, M. A. D., ANDREOLA, C. Z. Racionalizando a mão de obra em granjas de suínos. In: SINSUI, 7, 2012, Porto Alegre, RS. Anais [...] Porto Alegre, RS: SINSUI, 2012. p. 249-258.

LENSINK B. J., LERUSTE H., De BRETAGNE T. (2009) Sow behaviour towards humans during standard management procedures and their relationship to piglet survival. *Applied Animal Behaviour Science* 199, 151-157

BUSS, L. CFMV Entrevista: médica veterinária Lizie Buss, do Ministério da Agricultura, fala sobre bem-estar animal na produção [Entrevista cedida a] Carolina Menkes. 2017. Disponível em: <http://portal.cfmv.gov.br/noticia/index/id/5154>. Acesso em: 3 mar. 2019.

LOMELINO CAMPOS, F. A. Uma investigação sobre a solução de problemas a partir da experiência do CCQ: análise da teoria e da prática. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2004.

LUDWIG, A. Fatores que influenciam o desempenho e sobrevivência do leitão na fase de maternidade. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária), UNOESC, Xanxerê, SC, 2016.

NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL. Code of practice for the care and handling of pigs. Ottawa, 2014. 75p.

OIE. World Organisation for Animal Health. Terrestrial animal health code. 25th ed. Paris: World Organization for Animal Health, 2018. v. 1. Chapter 7.13. Animal welfare and pig production systems.

WELCH, J. Seleção de pessoal. In: JACK WELCH, J.; WELCH, S. *Winning: paixão por vencer*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005. p. 75-89.

ZIG ZIGLAR. In: OLIVEIRA, Fernando. As 3 verdades sobre motivação que vão fazer você reavaliar suas atitudes. Disponível em: <https://fernandooliveira.com.br/2018/04/as-3-verdades-sobre-motivacao-que-vao-fazer-voce-reavaliar-suas-atitudes/>. Acesso em: 3 mar. 2019.





# CAPÍTULO 22 – REFLEXÕES SOBRE BIOSSEGURIDADE E SAÚDE ANIMAL

**Autores:** SATO, J.P.H.\*; SIMÃO, G.M.R.; BARCELLOS, D.E.S.N.

**Contato:** jose.sato@agrocere.com

## 22.1. INTRODUÇÃO

A intensificação da produção suinícola nas últimas décadas evidenciou a necessidade de dedicar maior atenção à saúde dos plantéis. O crescimento do tamanho dos sistemas de produção, com o consequente aumento na densidade animal e criação em múltiplos sítios, favoreceu o surgimento, o reaparecimento e a manutenção de doenças de forma endêmica, elevando a pressão de infecção em determinadas áreas geográficas. Além disso, o avanço do comércio global e da necessidade do transporte de carne, animais, sêmen e ingredientes de ração estabeleceram situações ideais para a multiplicação e disseminação de vários patógenos, levando à ocorrência de surtos de enfermidades que acarretam impactos econômicos significativos.

Nos últimos anos, em diversos países houve a reemergência de várias doenças virais e bacterianas de suínos, muitas das quais, até então controladas, mas que se mantinham latentes. Também foi registrada a emergência de novas enfermidades, associadas a agentes que não haviam ainda sido descritos nos sistemas de produção. Diante desse cenário, medidas de biosseguridade assumem importância vital para prevenir ou limitar o risco de infecção nas unidades de produção de suínos. Os procedimentos relacionados ao sistema de biosseguridade de uma granja de suínos influenciam diretamente a saúde animal, uma vez que atuam como barreira, impedindo a entrada de patógenos na unidade de produção. Neste capítulo, serão apresentados aspectos relacionados com as medidas de biosseguridade em granjas de suínos e como essas ações influenciam na saúde do plantel.

## 22.2. BIOSSEGURIDADE

Biosseguridade é o termo utilizado em medicina veterinária que compreende um conjunto de ações, ferramentas e processos que visam a minimizar o risco de introdução de agentes infecciosos em uma população (biosseguridade externa) e disseminação dentro ou entre unidades de produção de suínos (biosseguridade interna) (AMASS e CLARK, 1999). A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) descreve a biosseguridade como sendo de relevância direta para a sustentabilidade da agricultura, segurança alimentar e proteção do meio ambiente (FAO, 2003).

Em países onde há prevalência de doenças de alto impacto econômico e na produção, como a PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos) e a PED (Diarreia Epidêmica dos Suínos), as medidas de biosseguridade têm sido avaliadas e empregadas com maior frequência, somando-se a novas tecnologias de prevenção, controle e erradicação que se tornaram essenciais para a continuidade da produção de suínos, mesmo com a manutenção endêmica das doenças nesses países (CANO, 2018; LAANEM et al., 2013; LAMBERT, et al., 2012; MAES et al., 2008; DEE et al., 2005; AMASS e CLARK, 1999).

No Brasil, a preocupação com a biossegurança começou no início dos anos 1980 com a implantação de diversas empresas de melhoramento genético preocupadas em transferir material genético com segurança sanitária e a simultânea ocorrência de surtos de PSA (Peste Suína Africana) no país (SOBESTIANSKY, 2002; SESTI, 2001). Os procedimentos também vieram à prática, na década de 90, após o início dos casos de Circovirose suína, quando os 20 pontos de MADEC, que correspondem a uma série de práticas de correções ambientais de manejo e de redução da pressão de infecção, que são indicadas e tendem a ser efetivas contra praticamente qualquer patógeno, foram amplamente empregados no Brasil para controle da doença.

Na suinocultura brasileira, apenas as unidades de produção que produzem, vendem ou distribuem suínos destinados à reprodução, ou as centrais de coleta, venda e/ou distribuição de sêmen possuem normativa oficial, na qual constam critérios específicos de biossegurança a ser seguidos, além de monitoramento de doenças específicas (BRASIL, 2002). Para as unidades de produção de suínos destinados à terminação ou abate, somente a Adapar (Agência de Defesa Agropecuária do Paraná) por meio da Instrução Normativa nº 265, regulamenta as boas práticas voltadas à prevenção e ao controle de doenças infecciosas nos locais onde ocorre a criação de suínos (BRASIL, 2018). Dessa forma, os cuidados sanitários com a maioria desses rebanhos dependem, exclusivamente, das empresas integradoras e dos proprietários das granjas (EMBRAPA, 2017).

### 22.2.1. Transmissão de agentes infecciosos

Patógenos podem ingressar ou serem disseminados entre plantéis por diferentes rotas, seja de forma direta, por meio do ingresso de reprodutores de reposição ou da saída de animais doentes/portadores sadios, seja de forma indireta, incluindo a transmissão pelo sêmen, aerossóis, roedores, insetos, aves, animais silvestres, mão-de-obra e veículos. Além disso, também devem ser consideradas a sobrevivência dos patógenos em suínos mortos, ração, dejetos, água, solo e outros fômites (ALONSO et al., 2014; ALLERSON et al., 2013; FAO, 2010; AMASS, 2005; AMASS et al., 2003; AMASS e CLARK, 1999).

A chance de uma determinada via de transmissão realmente propagar a doença é muito pequena. No entanto, a frequência dessa rota, no decorrer do ano, pode ocorrer múltiplas vezes (a cada semana, por exemplo), o que levaria a chance de transmissão da doença no fim de um ano a ser de 4,88%, representando um risco significativo (ROMAGOSA, 2017).

### 22.2.2. Planejamento dos processos de biossegurança

Desenvolver uma cultura de biossegurança capaz de influenciar todos os aspectos da produção, desde o projeto da instalação, protocolos sanitários, fluxo de animais, pessoas e veículos requer o compromisso consistente de proprietários, gerentes e funcionários envolvidos com o sistema de criação de suínos. De acordo com Cano (2018), a implementação efetiva do plano de biossegurança envolve a integração de quatro componentes principais:

- Avaliação de risco: a busca contínua e sistemática de qualquer abertura potencial para a introdução da doença é uma oportunidade para semiquantificar os riscos, auditar os processos de rotina, priorizar investimentos e educar as equipes. A avaliação de risco tem sempre um perigo específico (agente infeccioso alvo), o que não acontece nas unidades

brasileiras de produção de suínos onde, geralmente, não se utilizam esse princípio para montar protocolos de biossegurança;

- Política e diretrizes: é essencial que as informações e ferramentas utilizadas para desenvolver e comunicar o programa de biossegurança sejam de base científica, consistentes, práticas e de fácil compreensão, além de completas;

- Educação: a iniciativa para impulsionar consistentemente o engajamento e a responsabilidade de todos os membros da organização requer treinamentos e reciclagem oportunos e adequados. Vários sistemas promovem um campeão local de biossegurança, em cada granja ou fluxo, que ajudará a disseminar as informações e manter a equipe envolvida;

- Infraestrutura: todos os equipamentos e instalações que podem ser utilizados na produção de suínos ou que podem ajudar a diminuir certos fatores de risco (ex.: filtros de ar, sistemas de secagem e desinfecção, termo assistida de caminhões de transporte - TADD) necessitam de um grande investimento financeiro, mas podem desempenhar papel significativo na prevenção de determinadas doenças. Sem a implementação adequada dos três componentes anteriores, a infraestrutura torna-se um custo elevado, com pouco retorno do investimento.

### 22.2.3. Principais medidas a ser implementadas

Para evitar a introdução de novos patógenos em uma unidade de produção de suínos (bioexclusão) e limitar a circulação de doenças entre um rebanho e outras granjas (biocontenção) (FAO, 2010), ambos necessitam da chamada biogestão (programas de auditorias), para garantir a manutenção da excelência das execuções de cada procedimento. Diversos fatores estão relacionados à biossegurança e, a seguir, serão apresentados os principais deles e como devem ser empregados em uma granja de suínos:

### 22.2.4. Localização

A localização da granja é um fator crítico para atenuar o risco de introdução de doenças. Quando uma nova unidade de produção de suínos está sendo instalada – mesmo que pequena – sua proximidade com outras unidades produtoras e com estradas públicas devem ser consideradas. É recomendável uma distância mínima entre explorações suínolas vizinhas e entre os barracões dentro de uma propriedade para limitar o risco de disseminação de doenças por aerossóis. A distância real irá variar de acordo com as condições e o ambiente. Em superfícies planas, correntes de ar tendem a disseminar patógenos por distâncias mais longas, conforme certas condições climáticas, se comparadas a superfícies montanhosas, que são menos vulneráveis a correntes de ar (FAO, 2010).

Além da localização, devem ser considerados: a densidade de suínos na área, o tamanho das granjas mais próximas, as atividades desenvolvidas em propriedades vizinhas, os padrões de temperatura e umidade da região, a disponibilidade e qualidade de água, a quantidade de dejetos gerados pelo sistema de produção de suínos na própria granja ou vizinhança (SOBESTIANSKY et al., 2007).

### 22.2.5. Filtragem de ar

Sistemas de criação com instalações fechadas e filtragem do ar são comumente encontrados na América do Norte e Europa, onde doenças virais de grande impacto econômico podem ser transmitidas por via aerógena. No Brasil, os principais tipos de infecções virais, para os quais a filtração seria uma medida crítica, ainda estão ausentes ou limitados a poucas regiões do país. Por isso, a prática é pouco comum, sendo atualmente aplicada apenas em baixo número de unidades de produção de algumas empresas de genética. Diversos estudos comprovaram a eficiência da filtragem do ar para patógenos virais como o vírus da PRRS e bactérias como *Mycoplasma hyopneumoniae* (DEE et al., 2010; SPRONK et al., 2010; PITKIN et al., 2009).

### 22.2.6. Local de estacionamento e trânsito de veículos

Veículos e pessoas constituem risco potencial para unidades produtoras de suínos, uma vez que podem estar contaminados e transmitir agentes patogênicos. Por isso, recomenda-se que veículos utilizados para chegar até a granja sejam estacionados afastados das barreiras sanitárias de acesso à unidade de produção (SOBESTIANSKY et al., 2007).

Em granjas de alta biossegurança, os veículos "externos" não devem entrar no perímetro da propriedade, ficando estacionados fora da primeira cerca perimetral (BARCELLOS et al., 2008).

### 22.2.7. Cerca de isolamento e cinturão verde

Animais domésticos e silvestres têm importância na transmissão natural de patógenos virais e bacterianos para suínos, como a Febre Aftosa, por exemplo, que é veiculada de forma direta ou indireta para suínos a partir de bovinos infectados. Da mesma forma, já se comprovou o papel de javalis na transmissão da Peste Suína Clássica, Peste Suína Africana, *Mycoplasma hyopneumoniae*, Influenza, Circovírus suíno, *Brachyspira spp.*, *Leptospira spp.*, *Brucella suis* e *Lawsonia intracellularis* (SATO et al., 2017a; VADILLO et al., 2017; PEARSON et al., 2016; BIONDO et al., 2014; BARCELLOS et al., 2008).

Com o objetivo de impedir o acesso de animais domésticos e silvestres, a unidade de produção deverá possuir cerca de isolamento de tela malha de 6 cm ou menos, com altura total de, no mínimo, 1,5 metros, colocada sobre uma base sólida de, no mínimo, 10 cm de altura (mureta), de tal forma que não fique abertura maior do que a malha da tela entre a base e o solo. A cerca deverá ter portão único para entrada de veículos, o qual deve permanecer permanentemente fechado com cadeado. A referida cerca deve estar localizada a cinco metros ou mais das instalações. A entrada de pessoal se dará apenas pelo vestiário, seguindo os protocolos sanitários (EMBRAPA, 2017).

A manutenção de um cinturão verde, a partir da cerca de isolamento com largura de 50 metros, cuja constituição pode ser de reflorestamento ou mata virgem, é outra medida sanitária de grande importância, além de funcionar como redutor de fortes ventos (HECK, 2005). Na **Figura 1** a seguir são apresentados o esquema de cerca de isolamento e cinturão verde ao redor da granja.

**Figura 1.** Barreiras sanitárias (cinturão verde e cerca de isolamento), acesso de pessoas (vestiário), introdução de objetos (sala de descontaminação), introdução e saída de animais (embarcadouro/ desembarcadouro), destino de carcaças (composteira) e escritório em uma granja de produção de suínos. **Fonte:** Agrocere PIC, 2018.



### 22.2.8. Escritório

O escritório deve estar localizado o mais distante possível da unidade de produção, pelo fato de ser esse o local onde ocorre o primeiro contato entre o cliente e o sistema de criação. Do seu interior, deve ser possível ter a visão de pessoas e veículos que estejam acessando a granja e o controle de entrada e saída de caminhões que transportam suínos (BARCELLOS et al., 2008). Se o mesmo for localizado junto à cerca de isolamento, a área suja deve estar voltada para a parte externa da cerca de isolamento e a área limpa voltada para o seu interior, como apresentado na **Figura 2** a seguir (EMBRAPA, 2017).

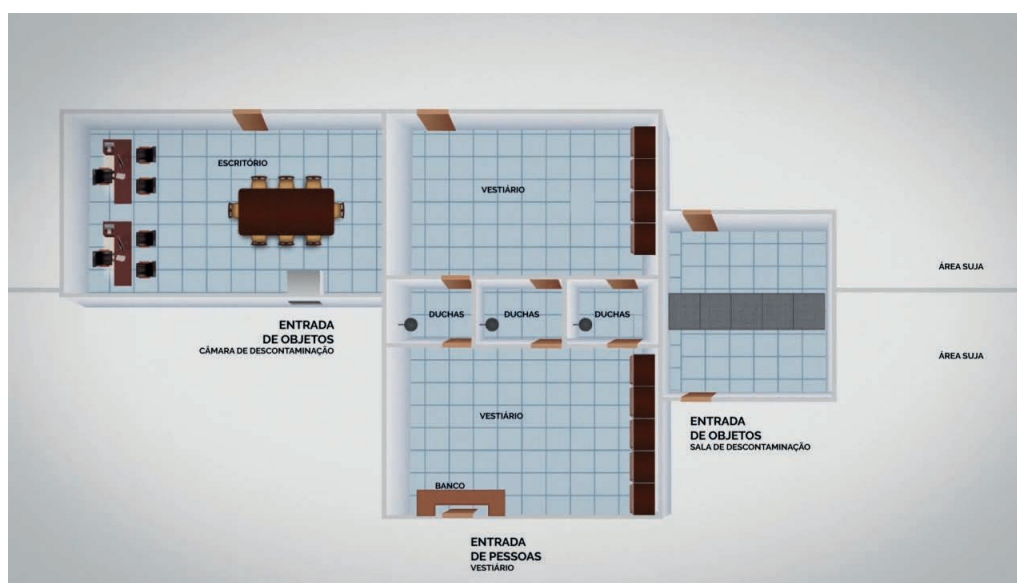
Na maioria dos sistemas de produção de suínos, o banheiro para funcionários e visitantes deve estar localizado junto ao escritório, na parte interna (limpa) da granja. Por isso, é importante que o acesso a ele só ocorra após a rotina normal de banho e troca de roupas. Em granjas com muito movimento, é fundamental a disponibilização de sanitários com acesso externo, na área suja da granja (BARCELLOS et al., 2008).

### 22.2.9. Vestiário

O vestiário é o local destinado para troca de roupa e calçados de funcionários, proprietários, técnicos ou visitantes que irão entrar na unidade de produção. Deve estar localizado junto à cerca de isolamento, anexo ou não ao escritório. O vestiário deverá dispor de área suja e área limpa, separadas por barreira física, como chuveiro para ducha ou porta de acesso à área limpa da unidade de produção, como apresentado na **Figura 2** a seguir (EMBRAPA, 2017).

A área suja deverá ter local (armário ou cabides) para colocação da roupa e calçados e objetos pessoais pertencentes às pessoas que irão adentrar a granja. Na área limpa do vestiário, deve haver local (armário ou cabides) para guardar roupas e calçados de uso exclusivo para acesso à unidade de produção (EMBRAPA, 2017). No Brasil, em criações de alto nível sanitário e em GRSC (Granjas de Reprodutores Suínos Certificada), essas são práticas obrigatórias (BRASIL, 2002). Como medida complementar, devem ser colocados bancos logo na porta de entrada da área suja para que os calçados sejam retirados e alocados antes do acesso aos armários.

**Figura 2.** Planta esquemática de um escritório, vestiário, câmara e sala de desinfecção de granja de suínos. **Fonte:** Agrocere PIC, 2018.



## 22.2.10. Refeitório

Em granjas que possuem refeitório junto à cerca de isolamento, esse não poderá ter acesso pelo lado externo. A comida ou os insumos para alimentação deverão ser entregues por passagem tipo janela (EMBRAPA, 2017). Em unidades com maior controle sanitário, é vetada a entrada de alimentos à base de carne suína, incluindo produtos processados e procedimentos de descontaminação, como câmaras de desinfecção, têm sido adotados para isso.

## 22.2.11. Visitas à unidade produtiva

O fluxo de pessoas para dentro das unidades de produção é normalmente muito grande e a organização dessa atividade constitui um componente importante da biossegurança (BARCELLOS et al., 2008). As pessoas podem carregar patógenos em calçados, roupas, mãos, entre outros, até em suas mucosas nasais, sem estar necessariamente infectados, e liberar patógenos quando estão doentes ou podem ser portadores sem sinais clínicos (FAO, 2010).



Qualquer pessoa que necessitar visitar uma unidade de produção, a trabalho ou não, deverá estar em vazio sanitário, que consiste em não ter tido contato recente com suínos de outra unidade de produção, frigoríficos ou laboratório que trabalha com agentes infecciosos (EMBRAPA, 2017). Os períodos de vazio sanitário variam entre um a quatro dias, de acordo com o sistema de produção, variando em relação ao tipo de granja: núcleo, multiplicadora de reprodutores, integração ou granjas comerciais (EMBRAPA, 2017; BARCELLOS et al., 2008; SOBESTIANSKY et al., 2007; SOBESTIANSKY, 2002).

### 22.2.12. Desinfecção de equipamentos e objetos

Esse procedimento é utilizado para desinfecção de equipamentos e materiais que irão entrar na área limpa da unidade de produção. Representa uma interface entre as áreas suja e limpa da granja e, para tal, possui duas portas de acesso, uma para a área suja e outra para a área limpa (BARCELLOS et al., 2008). Como demonstrado por Costa et al. (2004), materiais como seringas, agulhas e conteúdo dos frascos de ferro dextrano indicaram contaminação de origem bacteriana, com valores de 40,63%, 25% e 75%, respectivamente. Por isso, representam uma importante rota potencial para a introdução de patógenos.

Os produtos normalmente utilizados no processo de fumigação são o permanganato de potássio associado com o formol. A fonte de calor para a vaporização do formol é a própria reação química que ocorre com a mistura desses produtos (SOBESTIANSKY et al., 1998), sendo que a eficácia desse método depende de alguns pré-requisitos, como local totalmente fechado, em que a umidade relativa do ar não seja inferior a 60% e a temperatura ambiente não seja inferior a 20°C (DIAS, et al., 2011).

Outros princípios têm sido avaliados, demonstrando eficiência no processo de descontaminação de bactérias e vírus, como a utilização do gás ozônio e da luz ultravioleta, respectivamente (MEGAHEF et al., 2018; DEE et al., 2011).

### 22.2.13. Utilização de botas e pedilúvios

Uma forma importante de transmissão de infecções, principalmente as entéricas, seria por meio de botas contaminadas. Para tentar evitar esse risco, muitas unidades de produção exigem que funcionários, visitantes e veterinários descontaminem as botas antes de entrar nas instalações e quando se deslocam entre grupos de suínos de diferentes idades ou status sanitário (FRIENDSHIP, 1992; MOORE, 1992).

A literatura sobre limpeza e desinfecção de botas é escassa e normalmente limitada à opinião pessoal dos autores. Amass et al. (2000) avaliaram seis tipos de desinfetantes e concluíram que não houve ação efetiva de nenhum princípio ativo, caso a matéria orgânica não fosse removida da superfície das botas antes da desinfecção. Ficou também demonstrado que o método de escovação foi o mais adequado para a remoção das fezes nas botas e que, mesmo após essa limpeza, é necessário um período prolongado de contato com o desinfetante para garantir a sua eficiência em reduzir a contaminação bacteriana da superfície do calçado.

Existem pedilúvios na maioria das granjas, mas evidências científicas que garantam a sua eficiência são escassas. A manutenção dos pedilúvios é geralmente deficiente e, por isso, permanecem grosseiramente contaminados com matéria orgânica, levando à ineficácia do processo e criando um meio potencial de transmissão de microrganismos

para as instalações. As pessoas comumente evitam passar pelos pedilúvios ou simplesmente passam por eles rapidamente, num tempo insuficiente para permitir uma adequada desinfecção das botas (BARCELLOS et al., 2008).

#### 22.2.14. Esterqueiras, depósito e tratamento de dejetos

Esse local deverá estar localizado fora da cerca de isolamento, para que os veículos que transportam dejetos não entrem e transitem pelo interior da unidade de produção. Essas instalações devem ser cercadas para evitar o acesso de pessoas e animais (EMBRAPA, 2017).

Locais destinados ao tratamento de dejetos são altamente contaminados e atuam como fonte de infecção, principalmente por vetores biológicos como aves e moscas que circulam entre esses locais e a unidade de produção.

#### 22.2.15. Controle de roedores

Roedores domésticos (ratos e camundongos) são comuns em criações de suínos e representam problemas importantes por causar perdas que incluem danos à estrutura das instalações e sistema de abastecimento de água, consumo da ração, perda de palatabilidade da ração (por contaminação com urina ou fezes) e contaminação microbiana dos suínos e do meio ambiente (BACKHANS E FELLSTRÖM, 2012; SESTI et al., 2005).

Os roedores são responsáveis pela transmissão de pelo menos 32 doenças ao homem e animais (NETO, 1998). Exemplos de patógenos causadores de doenças em suínos, conforme detectados em roedores capturados em granjas são *Circovirus* suíno, *Brachyspira* sp., *Leptospira* spp., *Toxoplasma gondii* e *Lawsonia intracellularis* (BACKHANS, et al, 2013; PINHEIRO et al., 2013; PUSTERLA et al., 2012; BACKHANS et al., 2011; COLLINS et al., 2011; FRIEDMAN et al., 2008; KIJLSTRA, et al., 2008). Na **Tabela 1** a seguir, são apresentadas as principais doenças infecciosas dos suínos que podem ter roedores como vetores biológicos.

**Tabela 1.** Doenças em suínos em que roedores podem atuar como vetores.

|                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| Disenteria Suína   | Febre Aftosa                    |
| Leptospirose       | Peste Suína Clássica            |
| Doença de Aujeszky | Raiva                           |
| Brucelose          | Toxoplasmose                    |
| Erisipela          | Triquinelose                    |
| Salmonelose        | Enteropatia Proliferativa Suína |
| Circovirose        |                                 |

Pesquisando a presença da *Lawsonia intracellularis* em seis granjas de suínos, Bednar (2006) encontrou o agente em 52,4% dos suínos e 50% dos ratos e camundongos. Em avaliação experimental, foi comprovado o ciclo de infecção entre suínos e camundongos mantendo o agente viável para desencadear infecção e doença clínica (GABARDO et al., 2017).

O controle de roedores deverá ser feito com o uso de raticida e eliminação de locais

de procriação, mantendo os arredores das instalações limpos (grama cortada). O uso de raticidas deverá ser feito em porta-isca numerados e com localização estratégica nas instalações da granja (EMBRAPA, 2017).

## 22.2.16. Controle de moscas e mosquitos

Moscas e mosquitos podem atuar como vetores de vírus, bactérias e fungos. Em sua rotina na granja, a mosca alterna a presença preferencialmente entre esterqueiras, canaletas de dejetos e rações, especialmente as mais palatáveis (BARCELLOS et al., 2008). Na **Tabela 2** a seguir são apresentados os principais agentes que podem ser veiculados por moscas e mosquitos.

**Tabela 2.** Agentes patogênicos para suínos que podem ser veiculados por moscas e mosquitos. **Fonte:** Adaptado de Barcellos et al., 2008 e Burt et al., 2012.

|                              |                      |                           |
|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Estomatite Vesicular         | Peste Suína Clássica | Salmonelose               |
| PRRS                         | Peste Suína Africana | <i>Streptococcus spp.</i> |
| Rotavirose                   | Doença de Aujeszky   | Clostridiose              |
| Gastroenterite Transmissível | Poxvirose            |                           |
| Circovirose                  | Disenteria Suína     |                           |

Os métodos de biossegurança praticados não são eficientes para evitar a entrada de insetos nas granjas de suínos (OTAKE, 2002). Por isso, o controle deverá ser realizado pela eliminação de criatórios e uso de inseticida, considerando o ciclo evolutivo do inseto (EMBRAPA, 2017).

## 22.2.17. Rações

O alimento pode ser uma fonte efetiva de contaminação de rebanhos suínos com diversos patógenos. Contaminações pesadas em alimentos requerem medidas extremas para a destruição desses microrganismos e podem causar prejuízo ao conteúdo nutricional das rações e/ou matérias, além de aumentar os custos de fabricação (SESTI, 2005).

Em um estudo avaliando a sobrevivência de importantes patógenos virais em ingredientes utilizados em nutrição animal, transportados diariamente por longas distâncias, foram observadas partículas virais viáveis em diferentes matérias-primas para reprodução de doenças em suínos (DEE et al., 2018).

Devem ser adotados procedimentos para evitar contaminação da ração ou de ingredientes em granjas que produzem ração na propriedade ou adquirem ração ensacada: a fábrica de ração ou estocagem de insumos deverá estar localizada junto ou fora da cerca de isolamento da unidade de produção. Os veículos utilizados para transporte de ração ou de insumos para sua produção não poderão ser utilizados para transporte de animais vivos ou mortos ou outro material biológico. Os veículos que trazem insumos ou ração ensacada devem abastecer a fábrica/depósito pelo lado de fora da cerca de isolamento. A ração produzida na fábrica ou comprada ensacada deve ser removida para os galpões dos animais pela parte interna da unidade de produção (EMBRAPA, 2017).

## 22.2.18. Água

O risco de contaminação da água é grande, principalmente das águas superficiais, que podem ser contaminadas de forma direta (pelo contato com animais) ou indireta (pelo fluxo de água proveniente de locais onde os animais são alojados). A presença de coliformes fecais na água serve como indicativo de contaminação por material fecal e a concentração desse indicador permite informações sobre a extensão de contaminação (PENS JR e VIOLA, 1995).

Os reservatórios de água da unidade de produção devem estar protegidos e fechados para impedir o acesso de insetos, roedores e outros animais. Em unidades que utilizam o sistema contínuo de produção, os reservatórios deverão ser limpos e desinfetados a cada 12 meses. A unidade de produção que utiliza produção em lotes no sistema "todos dentro - todos fora", com vazio sanitário do galpão ou sítio, deverá fazer a limpeza e desinfecção dos reservatórios a cada vazio sanitário, antes do alojamento do próximo lote. Quando a água superficial (córregos, fontes ou poços superficiais ou de captação da chuva) for utilizada, deve ser realizada, obrigatoriamente, sua desinfecção por cloração. Para água de poços profundos, a cloração somente será necessária se no exame microbiológico para coliformes fecais for observada contaminação (EMBRAPA 2017).

## 22.3. SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE SUÍNOS MORTOS

Animais mortos por doenças infecciosas, em geral, apresentam títulos altos dos agentes causadores da morte, com significativo risco de difusão e possibilidade de contaminação humana durante a sua movimentação e eliminação (SOBESTIANSKY, 2002).

Diversos são os métodos utilizados para eliminação de animais mortos em unidades de produção, incluindo fossas anaeróbias, incineração, enterramento, coleta especial por indústrias, aterro sanitário, hidrólise alcalina e compostagem (MORÉS, 2018; PAIVA, 2001).

Na suinocultura brasileira, o único método legalmente autorizado é a compostagem (MORÉS, 2018), que consiste em um processo em que microrganismos comensais degradam a matéria orgânica. Conduzido corretamente, o processo não gera poluição do ar ou água, evita odores, destrói agentes patogênicos, fornece como produto final um composto orgânico que pode ser utilizado no solo e, portanto, recicla nutrientes e apresenta custos competitivos com qualquer outro sistema de destinação de carcaças que busque resultados e eficiência (SOBESTIANSKY, 2002).

A composteira deve estar localizada junto à cerca de isolamento ou fora dela. Se localizada na cerca de isolamento com acesso pelo lado interno, deverá ser manejada por funcionário da unidade de produção. A colocação de animais mortos ou resíduos de parto deverá ser feita pelo lado interno e a retirada do material composto ou outro resíduo pelo lado externo da cerca de isolamento. Quando localizado fora da cerca de isolamento, os animais mortos ou resíduos de parto deverão ser deslocados até a cerca de isolamento por um veículo ou carrinho de uso interno da unidade de produção e o restante do transporte, dessa cerca até o local de processamento das carcaças e resíduos de partos, por outro veículo ou carrinho de uso externo da unidade de produção (EMBRAPA, 2017).

## 22.4. TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS E VISITANTES

O veículo que transporta os funcionários para a rotina de trabalho na granja deve ser de uso exclusivo para essa finalidade e deve ficar afastado de outros veículos que transportam animais. Periodicamente, deve ser lavado e desinfetado. Os visitantes devem deixar seu veículo no perímetro externo da granja e, se necessário, serão transportados ao escritório em veículos da própria granja para reduzir o risco de difusão de infecções (SOBESTIANSKY, 2002).

Motoristas de caminhões ou veículos sem atividade dentro das granjas não podem entrar em contato direto com os animais e funcionários do sistema. O ideal é que, durante atividades de descarga, permaneçam dentro dos veículos (BARCELLOS et al., 2008).

## 22.5. TRANSPORTE DE ANIMAIS

O transporte de animais de uma região para outra é uma forma importante de disseminação de doenças. Veículos de transporte dos suínos representam uma das principais fontes de contaminação, uma vez que transportam animais a longas distâncias e de granjas com diferentes status sanitários (SATO et al., 2017b). Todo e qualquer veículo usado para transporte de animais, equipamentos e produtos de origem animal, rações e dejetos devem ser considerados fatores de alto risco para a disseminação de doenças (POUMIAN, 1995).

O trânsito de caminhões transportando animais ou alimentos deve ser realizado preferencialmente nas primeiras horas da manhã. Eles devem ser lavados e desinfetados ao terminar o descarregamento dos animais, em locais especificamente selecionados e preparados para tal (HECK, 2005). Periodicamente, o responsável pelo programa de biossegurança deve realizar uma auditoria no local de lavagem, monitorando o processo e os veículos após ser finalizado o processo de desinfecção (BARCELLOS et al., 2008).

O processo de secagem é considerado um componente fundamental para eliminação de agentes patogênicos, como o vírus da PRRS. Em sistemas de produção em larga escala, os tempos de secagem e vazio sanitário refletem no custo efetivo de utilização dos caminhões (DEE et al., 2005). O método intitulado TADD (*Thermo-assisted drying and decontamination*), consiste em secar os caminhões após a lavagem e realizar desinfecção por calor forçado, sendo muito utilizado nos Estados Unidos e, recentemente, empregado no Brasil com efetividade para a eliminação de diversos agentes patogênicos (SATO et al., 2017b; DEE et al., 2005; DEE et al., 2007; PIETERS Et al., 2005). Todos os veículos que entram no perímetro da granja devem passar pelo processo de descontaminação pelo arco de desinfecção (ver **Figura 3** a seguir).

**Figura 3.** Arco de desinfecção de veículos.   
**Fonte:** Agrocere PIC, 2018.



## 22.5.1. Embarcadouro/desembarcadouro de suínos

Deve ser construído junto à cerca de isolamento a pelo menos 20 metros das instalações. O deslocamento dos suínos entre as instalações, e dessas até o embarcadouro deve ser feito por corredores de manejo (HECK, 2005). A área do embarcadouro precisa estar dividida em áreas limpa e suja. Os funcionários da área limpa devem manejar os animais em direção ao embarcadouro, não podendo ultrapassar para a área suja.

## 22.6. QUARENTENA E ACLIMATAÇÃO

Os cuidados com a introdução de animais no sistema de produção representam, juntamente com o isolamento, as barreiras mais importantes para a prevenção do surgimento de problemas de ordem sanitária no rebanho. A introdução de uma doença no rebanho geralmente ocorre por meio do ingresso de animais portadores saudáveis durante o processo normal de reposição do plantel (BARCELLOS et al., 2007). Portanto, são necessários cuidados especiais na aquisição desses animais (HECK, 2005).

A quarentena consiste no isolamento e observação concomitante dos animais em uma instalação separada e isolada antes da introdução no plantel principal. O objetivo seria dar tempo para que doenças que estivessem na fase de incubação, por ocasião da transferência entre as granjas vendedoras de reprodutores e o plantel de destino, possam manifestar-se de forma clínica, permitindo seu reconhecimento e evitando que sejam introduzidas na granja de destino. (HARRIS, 1990). A instalação deve estar situada longe (no mínimo a 500 m) do sistema de produção e separada por cerca de isolamento e barreira verde. As instalações do quarentenário devem permitir limpeza, desinfecção e vazio sanitário entre os lotes, mantendo equipamentos e, quando possível, funcionários exclusivos (HECK, 2005).

O período de isolamento dos animais deve ser maior do que o de incubação das possíveis infecções latentes. Assim, considerando os períodos de incubação mais comuns para as infecções da suinocultura, recomenda-se períodos entre três e oito semanas (SOBESTIANSKY et al., 1998). Durante esse período são realizados exames laboratoriais e acompanhamento clínico.

Preferencialmente, é importante adquirir animais procedentes de uma única origem, sempre no sentido granja núcleo → multiplicadora → granja comercial. A aquisição de animais de mais de uma origem aumenta as chances de introdução de novos problemas sanitários (HECK, 2005).

Para a entrada dos animais no plantel residente, deve ser realizado o processo de aclimação, que tem por objetivo uma equalização do estado sanitário dos reprodutores adquiridos com o rebanho de destino, cuja correta utilização pode melhorar o desempenho das leitoas e machos de reposição. Quanto melhor for a preparação dos reprodutores ao novo plantel, melhores serão os resultados de produtividade esperados (BATISTA, 2000). A maioria das granjas comerciais brasileiras são positivas para *Mycoplasma hyopneumoniae*, porém granjas núcleo, multiplicadoras e grandes indústrias vêm erradicando o agente dos plantéis. Dessa forma, trabalhos para aclimação de leitoas negativas sendo inseridas em plantéis positivos têm sido realizados, uma vez que foram descritas diferentes variantes de *M. hyopneumoniae* dentro de um mesmo rebanho (ROOS et al., 2016; TAKEUTI et al., 2017).

## 22.7. DOSES DE SÊMEN

A IA (inseminação artificial) é um meio rápido de disseminação de material genético de alto valor e reduz os riscos em termos de biossegurança. Embora exista a possibilidade da transmissão de enfermidades entre rebanhos por meio de sêmen contaminado, ela é consideravelmente inferior quando comparada à introdução de reprodutores machos no plantel. É importante considerar que, pela capacidade multiplicadora do processo no qual o sêmen de um único macho gera diversas doses que são distribuídas para diversas reprodutoras de diferentes granjas, essa técnica pode difundir de forma rápida os patógenos, caso ocorram falhas na biossegurança da central de IA (CORRÊA et al., 2001).

Por conta disso, o sêmen deve ser monitorado rotineiramente para agentes patogênicos e contaminações bacterianas que possam interferir na concepção. Um sêmen contaminado pode causar desde problemas reprodutivos isolados até surtos de doenças infectocontagiosas, podendo ser transmitidas a todo o rebanho suíno (MAES et al., 2016; GUÉRIN e POZZI, 2005). Por essas razões, qualquer central de IA deverá obrigatoriamente implantar rígidas normas de biossegurança para suas operações de rotina (BARCELLOS et al., 2008). Na **Tabela 3** a seguir, são apresentados patógenos virais que foram detectados no sêmen de suínos.

**Tabela 3.** Agentes patogênicos virais para suínos detectados no sêmen. **Fonte:** Adaptado de Maes et al., 2016; Gallien et al., 2018.

|                                |                                      |                              |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Vírus da Diarreia Viral Bovina | Vírus da Peste Suína Clássica        | Citomegalovírus Suíno        |
| Vírus da PRRS                  | Vírus da Peste Suína Africana        | Ebolavírus                   |
| Parvovírus Suíno               | Vírus da Doença de Aujeszky          | Enterovírus Suíno            |
| Torque Teno Vírus              | Teschovírus Suíno                    | Vírus da Febre Aftosa        |
| Circovírus Suíno Tipo 2        | Vírus da Doença Vesicular dos Suínos | Vírus da Encefalite Japonesa |
| Retrovírus                     | Rubulavírus                          | Vírus da PED                 |

## 22.8. SAÚDE ANIMAL

A biossegurança é o pilar mais importante para manter a saúde dos animais e diminuir riscos de contaminação e disseminação de agentes infecciosos nas unidades de produção. Trata-se de um conjunto de ações, ferramentas e processos fundamentais para a obtenção de alimento seguro para os humanos. Por isso, tornaram-se essenciais para manter a produção e atender as demandas de mercado interno e externo (EMBRAPA, 2017).

Sistemas de produção com protocolos de biossegurança apresentam status sanitário mais elevado em comparação com granjas nas quais não é empregado nenhum processo que visa a minimizar o risco de introdução de agentes infecciosos em uma população. Ao mesmo tempo, além de atuar diretamente na epidemiologia das doenças, programas de biossegurança, quando bem executados, ajudam a reduzir a necessidade da utilização de antimicrobianos no tratamento dos animais (LAANEN et al., 2013).

Em países onde há maior restrição na utilização de antibióticos e em que há prevalência de doenças, como a PRRS e a PED, que apresentam alto impacto econômico e na produção, as medidas de biossegurança têm sido avaliadas e empregadas com maior frequência, resultando em diversos estudos (CANO, 2018; DEE et al., 2005; AMASS e CLARK, 1999; LAANEN



et al., 2013; LAMBERT, et al., 2012; MAES et al., 2008). No Brasil, recentemente, foi amplamente adotada pela indústria suinícola com objetivo de conter os surtos de Disenteria suína e da infecção com o vírus Seneca (DANIEL, et al., 2017; VANNUCCI et al., 2015).

Dessa forma, os protocolos e processos relacionados à biossegurança estão diretamente relacionados com a saúde do plantel suíno. Como apresentado, processos de biossegurança, visando à descontaminação de fontes de infecção como objetos, veículos e ração, além da infraestrutura, localização da unidade de produção, quarentena e origem dos animais, diminuem significativamente a probabilidade de disseminação de doenças importantes para a produção de suínos.

Em um estudo avaliando processos e procedimentos de biossegurança em 50 granjas de suínos no Estado do Paraná, foi observado que nenhuma das unidades avaliadas apresentava escore máximo de biossegurança, sendo o escore mais baixo representando as granjas mais vulneráveis à entrada de patógenos (ROSA et al., 2018). Laanen et al. (2013) e Postma et al. (2016) analisaram a associação entre processos de biossegurança, desempenho zootécnico e utilização de antimicrobianos durante o processo de criação. Foi observado que o nível de biossegurança em granjas de suínos está relacionado com maior ganho de peso diário e menor utilização de antimicrobianos durante o processo de produção.

O estado de saúde do rebanho pode ser realizado por meio de monitorias sanitárias, que constituem formas de constatar, qualificar e quantificar o nível sanitário de populações de suínos em relação a determinadas doenças ou infecções (BARCELLOS et al., 2008). Podem ser dirigidas aos animais, ao ambiente e aos insumos que são utilizados no sistema de produção. Um sistema de biossegurança efetivo deve contemplar um programa de monitoramento sorológico e microbiológico do plantel para a presença de algumas enfermidades, como os critérios exigidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento), por exemplo, para a Granja de Reprodutores Suínos Certificada- GRSC (BRASIL, 2002). A realização de outros monitoramentos sorológicos e/ou buscando antígenos por técnicas convencionais ou moleculares (como PCR) é uma ferramenta importante na definição de programas de medicação e de vacinação para uso em diferentes sistemas de produção (BARCELLOS et al., 2008).

## 22.9. CONCLUSÕES

A sanidade tornou-se um pilar fundamental para a competitividade na suinocultura. Os eventos sanitários registrados pelo mundo, nos últimos anos, geraram grandes prejuízos e reforçaram a importância de rigorosos programas de controle sanitário nas unidades de produção de suínos.

No Brasil, país que possui um *status* sanitário diferenciado, fortalecer os protocolos de biossegurança é imperioso e estratégico para prevenir a introdução de doenças exóticas, com eventual impacto econômico.

A implementação de um programa de biossegurança efetivo, no entanto, não é tarefa simples. Trata-se de um esforço coletivo que requer planejamento, políticas e diretrizes claras e fortes, disciplina e, sobretudo, o comprometimento de todos os envolvidos. Ao mesmo tempo, sua correta execução significa avanços não apenas de produtividade e redução de custos por preservar a saúde dos animais, permitir a restrição do uso de antimicrobianos e a contenção de doenças entre rebanhos, mas também uma vantagem competitiva importante para a suinocultura brasileira no mercado internacional. As boas práticas de biossegurança, portanto, devem ser prioridade entre todos os produtores de suínos.

## 22.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, C.; GOEDEM D.P.; MORRISON, B.R.; DAVIES, P.R.; ROVIRA, A.; MARTHALER, D.G.; TORREMORELL, M. Evidence of infectivity of airborne porcine epidemic diarrhea virus and detection of airborne viral RNA at long distances from infected herds. *Veterinary Research*, 45:73, 2014.
- ALLERSON, M.W.; CARDONA, C.J.; TORREMORELL, M. Indirect transmission of Influenza A virus between pig populations under two different biosecurity settings. *PLoS ONE*, 8(6): e67293, 2013.
- AMASS, S.F.; HALBUR, P.G.; BYRNE, B.A.; SCHNEIDER, J.; KOONS, C.W.; CORNICK, N.; RAGLAND, D. Mechanical transmission of enterotoxigenic *Escherichia coli* to weaned pigs by people, and biosecurity procedures that prevented such transmission. *Journal of Swine Health and Production*, 11(2), 61-67, 2003.
- AMASS, S.F.; STEVENSON, G.W.; ANDERSON, C.; GROTE, L.A.; DOWELL, C.; VYVERBERG, B.D.; KANITZ, C.; RAGLAND, D. Investigation of people as mechanical vectors for Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus. *Swine Health Production*, 8: 161-166, 2000.
- AMASS, S.F.; CLARK, L.K. Biosecurity considerations for pork production units. *Journal of Swine Health and Production*, 7(5), 217-228, 1999.
- AMASS, S. F. Biosecurity: Reducing the spread. *The Pig Journal*, v.56, 78-87, 2005.
- BACKHANS, A.; JACOBSON, M.; HANSSON, I.; et al. Occurrence of pathogens in wild rodents caught on Swedish pig and chicken farms. *Epidemiology and Infection*, v.141, n.9, 1885-1891, 2013.
- BACKHANS, A.; FELLSTRÖM, C. Rodents on pig and chicken farms – a potential threat to human and animal health. *Infection Ecology & Epidemiology*, 2, 10, 3402, 2012.
- BACKHANS, A.; JANSSON, D.S.; ASPÁN, A.; et al. Typing of *Brachyspira* spp. from rodents, pigs and chickens on Swedish farms. *Veterinary Microbiology*, 153, 156-62, 2011.
- BARCELLOS, D.E.S.N.; MORES, T.J.; SANTI, M.; GHELLER, N. B. Avanços em programas de biosseguridade para a suinocultura. *Acta Scientiae Veterinariae*, 36 (Supl 1): s33-s46, 2008.
- BARCELLOS, D.E.S.N.; ALMEIDA, M.N.; LIPPKE, R.T. Adaptação e quarentena de matrizes suínas: conceitos tradicionais e o que está vindo por aí! *Acta Scientiae Veterinariae*, 35 (Suppl): 9-15, 2007.
- BATISTA, L. Gilt Acclimation: your insurance for health and production at the farm. In: *Proceedings of American Association of Swine Practitioners Meeting*. Proceedings... p.289-291, 2000.
- BIONDO, N.; SCHAEFER, R.; GAVA, D.; CANTAO, M.E.; SILVEIRA, S.; MORES, M.A.; CIACCI-ZANELLA, J.R.; BARCELLOS, D.E. Genomic analysis of influenza A virus from captive wild boars in Brazil reveals a human-like H1N2 influenza virus. *Veterinary Microbiology*, 168: 34-40, 2014.
- BRASIL, Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Instrução Normativa nº 265, de 17 de setembro de 2018. *Diário Oficial Estadual*. Curitiba, PR, 20 de set. de 2018.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 19, de 15 de fevereiro de 2002. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 01 mar. 2002. Seção 1. 8 p.
- BEDNAR, V. Detection of *Lawsonia intracellularis* in mice captured in pig farms with the occurrence of porcine proliferative enteropathy. In: *19th IPVS Congress*. Proceedings... v2, p.180, 2006.
- BURROUGH, E.R. Swine dysentery – re-emergence in the United States and Canada. In: *Proceedings of 6th International Conference on Colonic Spirochaetal Infections in Animals and Humans*. Guildford, UK: University of Surrey; p.55-56, 2013.
- BURT, S.A.; SIEMELING, L.; KUJIPER, E.J.; LIPMAN, L.J. Vermin on pig farms are vectors for *Clostridium difficile* PCR ribotypes 078 and 045. *Veterinary Microbiology*, 9, 160(1-2):256-258, 2012.
- CANO, J.P. Building a biosecurity culture for today's pork production. In: *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos III (Anais do XI SINSUI – Simpósio Internacional de Suinocultura)*, Porto Alegre, p.242, 2018.

CHANDER, Y.; PRIMUS, A.; OLIVEIRA, S.; GEBHART, C.J. Phenotypic and molecular characterization of a novel strongly hemolytic *Brachyspira* species, provisionally designated "*Brachyspira hampsonii*". *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 24, 903-910, 2012.

COLLINS, A.M.; FELL, S.; PEARSON, H.; et al. Colonisation and shedding of *Lawsonia intracellularis* in experimentally inoculated rodents and in wild rodents on pig farms. *Veterinary Microbiology*, v.150, 384-388, 2011.

CORRÊA, M.N.; MEINCKE, W.; LUCIA, T.J.; DESCHAMPS, J.C. In: Corrêa M.N. (Ed). *Inseminação Artificial em Suínos*. Pelotas: M.N. Corrêa, 181p., 2001.

COSTA, M.; SOBESTIANSKY, J.; SOUZA, M.; MESQUITA, A.; BARBOSA, G.R.; NICOLAU, E.S. Avaliação Bacteriológica de seringas e agulhas e ferro dextrano de farmácias em granjas de suínos ciclo completo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2, 2004. Foz do Iguaçu. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p.270-271. 2004.

DANIEL, A.G.S.; SATO, J.P.H.; GABARDO, M.P.; RESENDE, T.P.; BARCELLOS, D.E.S.N.; PEREIRA, C.E.R.; VANNUCCI, F.A.; GUEDES, R.M.C. Minimum inhibitory concentration of Brazilian *Brachyspira hyodysenteriae* strains. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(4):331-338, 2017.

DEE, S.A.; BAUERMANN, F.V.; NIEDERWERDER, M.C.; SINGREY, A.; CLEMENT, T.; DE LIMA, M.; et al. Survival of viral pathogens in animal feed ingredients under transboundary shipping models. *PLoS ONE*, 13(3): e0194509, 2018.

DEE, S.A.; TORREMOREL, M.; THOMPSON, R. Evaluation of the thermo-assisted drying and decontamination system for sanitation of a full-size transport vehicle contaminated with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Swine Health and Production*, v15, 12-18, 2007.

DEE, S.; TORREMOREL, M.; THOMPSON, B.; DEEN, J.; PIJOAN, C. An evaluation of thermo-assisted drying and decontamination for the elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus from contaminated livestock transport vehicles. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.69, 58-63, 2005.

DEE, S.; OTAKE, S.; DEEN, J. An evaluation of ultraviolet light (UV254) as a means to inactivate porcine reproductive and respiratory syndrome virus on common farm surfaces and materials. *Veterinary Microbiology*, 12;150(1-2):96-9, 2011.

DEE, S.; OTAKE, S.; DEEN, J. Use of a production region model to assess the efficacy of various air filtration systems for preventing airborne transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*: Results from a 2-year study. *Virus Research*, 154: 177-184, 2010.

DIAS, A.C. et al. Biossegurança e ferramentas de controle sanitário. In: *Manual Brasileiro De Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos*, . Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, cap.5, 41-58, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Biossegurança mínima para granjas de suínos que produzem animais para abate. Concórdia, SC, Documentos 185, 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Organisation for Animal Health/World Bank. Good practices for biosecurity in the pig sector - Issues and options in developing and transition countries. *FAO Animal Production and Health Paper No. 169*. Rome, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations - Committee on Agriculture. Biosecurity in Food and Agriculture. In Seventeenth Session, Item 9 of the Provisional Agenda FAO, Rome, 2003.

FRIEDMAN, M.; BEDNÁR, V.; KLIMES, J.; et al. *Lawsonia intracellularis* in rodents from pig farms with the occurrence of porcine proliferative enteropathy. *Letter Applied Microbiology*, v.47, n.2, p.117-121, 2008.

FRIENDSHIP, R.M. Health Security: An increasing role for swine practitioners. *Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 14: 425-427, 1992.

GABARDO, M.P.; SATO, J.P.H.; DANIEL, A.G.S.; ANDRADE, M.R.; PEREIRA, C.E.R.; REZENDE, T.P.; OTONI, L.V.A.; REZENDE, L.A.; GUEDES, R.M.C. Evaluation of the involvement of mice (*Mus musculus*) in the epidemiology of porcine proliferative enteropathy. *Veterinary Microbiology*, 205:75-79, 2017.

GALLIEN, S.; MORO, A.; LEDIGUERHER, G.; CATINOT, V.; PABOEUF, F.; BIGAULT, L.; BERRI, M.; et al. Evidence of porcine epidemic diarrhea virus (PEDV) shedding in semen from infected specific pathogen-free boars. *Veterinary Research*, (1):7, 2018.

GUÉRIN, B.; POZZI, N. Viruses in boar semen: detection and clinical as well as epidemiological consequences regarding disease transmission by artificial insemination. *Theriogenology*, 63: 556-572, 2005.

HARRIS, D.L. Principles of quarantine and acclimatization when purchasing breeding stock – breeding buyer cooperation. Pig Improvement Company. (Informações Técnicas). 5, 1990.

HECK, A. Biosseguridade na suinocultura: aspectos práticos. In: Seminário Internacional de Aves e Suínos, Florianópolis. Anais... Florianópolis:1-14, 2005.

KIJLSTRA, A.; MEERBURG, B.; CORNELISSEN, J.; et al. The role of rodents and shrews in the transmission of *Toxoplasma gondii* to pigs. *Veterinary Parasitology*, v.156, n.3-4, 183-190, 2008.

LAANEN, M.; PERSOONS, D.; RIBBENS, S.; DE JONG, E.; CALLEN, B.; STRUBBE, M.; MAES, D.; DEWULF, J. Relationship between biosecurity and production/ antimicrobial treatment characteristics in pig herds. *The Veterinary Journal*, 198, 508-512, 2013.

LAMBERT, M.È.; ARSENAULT, J.; POLJAK, Z.; D'ALLAIRE, S. Epidemiological investigations in regard to porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) in Quebec, Canada. Part 2: Prevalence and risk factors in breeding sites. *Preventive Veterinary Medicine*, 104, 84-93, 2012.

LEE, C. Porcine epidemic diarrhea virus: An emerging and re-emerging epizootic swine virus. *Virology Journal*, 22;12:193, 2015.

MAES, D.; VAN SOOM, A.; APPELTANT, R.; ARSENAKIS, I.; NAUWYNCK, H. Porcine semen as a vector for transmission of viral pathogens. *Theriogenology*. 85(1):27-38, 2016.

MAES, D.; SEGALLES, J.; MEYNS, T.; SIBILA, M.; PIETERS, M.; HAESEBROUCK, F. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Veterinary Microbiology*, 126, 297-309, 2008.

MEGAHED, A.; ALDRIDGE, B.; LOWE, J. The microbial killing capacity of aqueous and gaseous ozone on different surfaces contaminated with dairy cattle manure. *PLoS ONE*, 13(5):e0196555, 2018.

MOORE, C. Biosecurity and minimal disease herds. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*. 8: 461-475, 1992.

MORÉS, N. Biosseguridade para retirada e transporte de suínos mortos em propriedades rurais. In: Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos III. Anais... XI SINSUI – Simpósio Internacional de Suinocultura, Porto Alegre, 61-68, 2018.

NETO, C.C. Controle de roedores. In: Sobestiansky, J.; Wentz, I.; Silveira, P.R.S.; Sesti, L.A.C. (Eds). *Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. p.383-388, 1998.

OTAKE, S. Evaluation of transmission of PRRSV by mosquitoes. In: Proceedings... 17th IPVS Congress. (Ames, USA). p.214, 2002.

PAIVA, D.P. Emprego da compostagem para destinação final de suínos mortos e restos de parição. *Circular Técnico CNPSA*. 26: 1-10, 2001.

PEARSON, H.E.; TORIBIO, J.L.M.L.; LAPIDGE, S.J.; HERNÁNDEZ-JOVER, M. Evaluating the risk of pathogen transmission from wild animals to domestic pigs in Australia. *Preventive Veterinary Medicine*, 1(123), 39-51, 2016.

PENZ JR, A.M.; VIOLA E.S. Potabilidade e exigências nas diferentes faixas etárias. In: Anais... VII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. p.57-67, 1995.

PIETERS, M.; THOMPSON, R.; TORREMOREL, M. Pilot study for the application of Thermo-Assisted Drying and Decontamination to livestock transportation trailers and its effect on bacterial counts. In: Allen D. Lemman Swine Conference. Proceedings... Saint Paul, Minnesota, USA, 2005.

PINHEIRO, A.L.; BULOS, L.H.; ONOFRE, T.S.; et al. Verification of natural infection of peridomestic rodents by PCV2 on commercial swine farms. *Research in Veterinary Science*, v.94, n.3, 764-168, 2013.

PITKIN, A.; DEEN, J.; DEE, S. Use of a production region model to assess the airborne spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Veterinary Microbiology*, 136: 1-7, 2009.

POSTMA, M.; BACKHANS, A.; COLLINEAU, L.; LOESKEN, S.; SJÖLUND, M.; BELLOC, C.; EMANUELSON, U. Evaluation of the relationship between the biosecurity status, production parameters, herd characteristics and antimicrobial usage in farrow-to-finish pig production in four EU countries. *Porcine Health Management*, 1;2:9, 2016.

POUMIAN, A.M. Desinfección de los camiones y tractomiones. Review of the Office International des Epizooties. 14: 165-171, 1995.

PUSTERLA, N.; MAPES, S.; GEBHART, C. Further investigation of exposure to *Lawsonia intracellularis* in wild and feral animals captured on horse properties with equine proliferative enteropathy. *Veterinary Journal*, v.194, n.2, 253-255, 2012.

RÅSBÄCK, T.; JANSSON, D.S.; JOHANSSON, K.; FELLSTRÖM, C. A novel enteropathogenic, strongly haemolytic spirochaete isolated from pig and mallard, provisionally designated '*Brachyspira suanatina*' sp. nov. *Environmental Microbiology*, 4, 983-991, 2007.

ROMAGOSA, A. Applied review on evidence-based biosecurity. In: Proceedings... 48th Annual Meeting of the American Association of Swine Veterinarians, p.5-11, 2017.

ROOS, L.R.; FANO, E.; HOMWONG, N.; PAYNE, B.; PIETERS, M. A model to investigate the optimal seeder-to-naïve ratio for successful natural *Mycoplasma hyopneumoniae* gilt exposure prior to entering the breeding herd. *Veterinary Microbiology*, 184, 51-58, 2016.

ROSA, G.; LIMA, J.S.; GONÇALVES, A.P.P.; SPOSITO, P.H.; TIEPPO, J.S.; NETO, A.P.; MERLINI, L.S. Assessment of biosecurity levels in pig farms in the Northwestern region in the State of Parana, Brazil. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, v.3, n.1, 2018.

SATO, J.P.H.S.; GAVA, D.; SCHAEFER, R.; CANTÃO, M.E.; CIACCI-ZANELLA, J.R.; DE BARCELLOS, D.E.N. Genetic characterization of porcine circovirus type 2 in captive wild boars in southern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 49(5), 1071-1075, 2017a.

SATO, J.P.H.; SIMÃO, G.M.R.; PIGOZZO, R.; BRANDALISE, L.; LIMA, G.F.R.; CERIZOLLI, R.; KUCHIISHI, S.; KICH, J.D. Avaliação do sistema TADD (Thermo-Assisted Drying and Decontamination) e de gás ozônio para descontaminação de caminhões de transporte de suínos. *Anais... XVIII Congresso da Abraves*, Goiânia, GO. p.61, 2017b.

SESTI, L.A.C. Biosseguridade em granjas de produtores avícolas. In: Macari M. & Mendes A. A. Manejo de Matrizes de Corte. 243-322, 2005.

SESTI, L.A.C. Painel sobre biosseguridade. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. 47-91, 2001.

SOBESTIANSKY, J. Sistema intensivo de produção de suínos: Programa de biossegurança. Goiânia: Pfizer, 2002.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.; MORENO, A.M.; CARVALHO, L.F.O.S. Exame de rebanho In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D.E.S.N. (Eds). *Doenças dos Suínos*. Goiânia: Cãnone Editora, 21-56, 2007.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N.; SESTI, L. A. Introdução de animais em um sistema de produção. *Suinocultura Intensiva*, Sobestiansky, J. et al., Ed., SPI, EMBRAPA, Concórdia, p.335-348, 1998.

SPRONK, G.; OTAKE, S.; DEE, S. Prevention of PRRSV infection in large breeding herds using air filtration. *The Veterinary Record*, 166: 758-759, 2010.

TAKEUTI, K.L.; DE BARCELLOS, D.E.S.N.; DE ANDRADE, C.P.; DE ALMEIDA, L.L.; PIETERS, M. Infection dynamics and genetic variability of *Mycoplasma hyopneumoniae* in self-replacement gilts. *Veterinary Microbiology*, 208, 18-24, 2017.

VADILLO, S.; SAN-JUAN, C.; CALDERÓN, M.; RISCO, D.; FERNÁNDEZ-LLARIO, P.; PÉREZ-SANCHO, M.; REDONDO, E.; HURTADO, M.A.; IGEÑO, M.I. Isolation of *Brachyspira* species from farmed wild boar in Spain. *The Veterinary Record*, pii: vetrec-2017-104348, 2017.

VANNUCCI, F.A.; LINHARES, D.; BARCELLOS, D.E. LAM, H.C.; COLLINS, J.; MARTHALER, D. Identification and complete genome of Seneca Valley Virus in vesicular fluid and sera of pigs affected with idiopathic vesicular disease, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, 62(6), 589-593, 2015





# CAPÍTULO 23 – A VACINAÇÃO COMO FERRAMENTA NA PROMOÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL

**Autores:** CARON, L.F.\*; BEIRÃO, B.C.B.; INGBERMAN, M.; JÚNIOR, C.F.; MESA, D.; LIPPKE, R.T.; DONIN, M.

**Contato:** lfcaron@ufpr.br

## 23.1. INTRODUÇÃO

Assim como para qualquer outro animal de produção, o suíno deve ser criado em condições que promovam seu bem-estar. Por definição, tais condições de bem-estar objetivam impactar positivamente tanto o aspecto emocional, quanto a saúde, permitindo ao animal a expressão do seu comportamento o mais próximo possível do natural, num ambiente produtivo. A partir desta visão, e havendo desequilíbrio no estado emocional ou na função biológica, ocorre alteração no bem-estar do animal. O perfeito estado de saúde e a higidez do animal na granja, portanto, são resultados do correto manejo nutricional, ambiental e sanitário em qualquer fase da produção.

Historicamente, tem sido permanente o uso de medidas preventivas para mitigar o aparecimento de doenças na produção suína. Essas estratégias estiveram muito tempo focadas em antibióticos com efeito melhorador de desempenho de alguns princípios ativos e "pulsos" ou choques. Atualmente, o uso indiscriminado de antibióticos como estratégia de prevenção está ameaçada e seu uso, defende-se, deverá ser restrito ao tratamento de lotes clinicamente infectados.

Como difundido e adotado desde 2008 pela OIE (Organização Mundial da Saúde Animal), um adequado grau de bem-estar exige, entre outros fatores, prevenção de enfermidades e a administração de tratamentos veterinários adequados. Neste ponto, é inquestionável que a vacinação assume grande importância na prevenção, com impacto positivo sobre o bem-estar animal. Por isso mesmo, a inovação presente nesta área e o desenvolvimento de produtos menos reativos e eficazes são promotores de bem-estar. Também no projeto Welfare Quality e seus critérios de avaliação da espécie suína, a vacinação assume posição de destaque.

Na produção suína, mas não apenas nela, há diferentes mecanismos de ação e de reação às vacinas. Os critérios de eficácia da vacinação a ser considerados são dois: 1) sobrevivência do animal a partir da redução de desafios sanitários, e 2) segurança, que visa reduzir as reações adversas que eventualmente podem comprometer o bem-estar animal. Neste capítulo, nos centraremos em esclarecer quais são e porquê ocorrem as reações indesejáveis, qual o limite tolerável da reação sem comprometer a eficácia e, finalmente, como a tecnologia pode ajudar nesse processo.

Mecanismos de controle da eficácia ajudam a garantir a manutenção dos programas de vacinação a longo prazo e permitem definir estratégias de erradicação de determinadas doenças. Infelizmente, o desconhecimento sobre o manejo de reações adversas tem gerado percepções negativas sobre a vacinação na cadeia de produção, com a consequente perda de confiança nos programas de controle. Um manejo inadequado das reações adversas geram perdas produtivas, com atraso na taxa de crescimento dos animais,

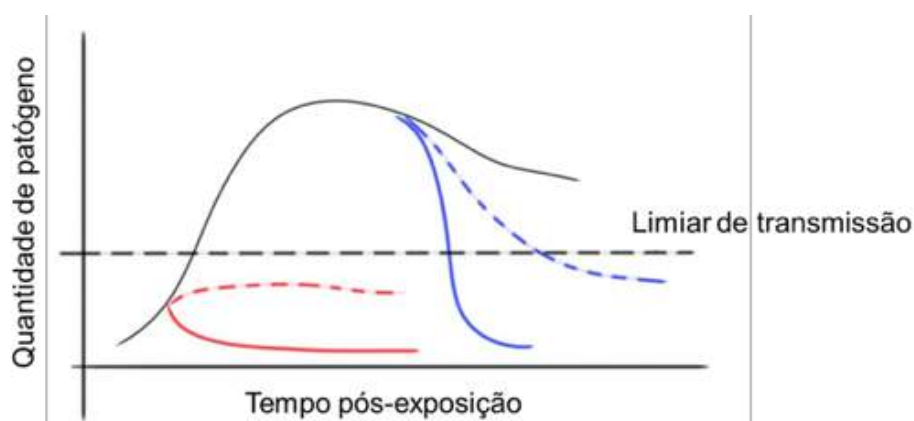


devido a respostas inflamatórias ou respostas imunes exacerbadas, ainda que dentro dos parâmetros de eficácia. Estas perdas podem não ser recuperadas, uma vez que o ciclo de produção de suínos é curto e veloz. Por isso, é essencial estabelecer estratégias para reduzir o nível de reações indesejadas que não apenas evitam o sofrimento do animal, como mantêm o desempenho na produção de suínos.

Atualmente, as estratégias de imunização têm sido estudadas com o objetivo de se reduzir o uso de antibióticos. Por agir precocemente sobre os patógenos, a vacinação tem especial importância na saúde do rebanho. Ao inibir a replicação dos patógenos, a vacina gera proteção contra a incidência de infecções de todo o rebanho e não apenas ao animal que recebeu a imunização (ver **Figura 1** a seguir) ao contrário dos agentes quimioterápicos, que são utilizados no tratamento de doenças.

**Figura 1.** Diferença entre vacinação e antibioticoterapia sobre os patógenos. Em uma infecção natural, a carga de patógenos dentro do hospedeiro sobe rapidamente, passa do limiar de transmissão (linha preta pontilhada) sendo então transmitida a outros animais do rebanho (linha preta sólida). A vacinação tem um foco preventivo, sendo utilizada antes, ou muito cedo, no processo infeccioso. Neste momento, pouco ou nenhum patógeno adentrou o animal. A vacinação então previne ou reduz a entrada de mais patógenos e pode inibir sua replicação no hospedeiro (linha vermelha sólida). A população de patógenos não passa o limiar de transmissão e a infecção fica restrita ao primeiro animal infectado. A antibioticoterapia age mais tarde no controle do patógeno, permitindo um período em que há transmissão do agente entre hospedeiros (linha azul sólida). Ademais, a resistência a antimicrobianos é muito prevalente, o que aumenta ou até perpetua a transmissibilidade do patógeno (linha azul pontilhada). Mesmo que ocorra uma seleção de resistência vacinal (linha vermelha pontilhada), muitas vezes a quantidade de patógenos resistentes não é capaz de passar pelo limiar de transmissão.

**Fonte:** Modificado de (KENNEDY et al., 2017)



### 23.1.1. O caso da imunocastração

O foco do presente capítulo é a prevenção de doenças infectocontagiosas por meio da vacinação. Contudo, uma discussão sobre vacinas e bem-estar necessariamente passa pela imunocastração (MOORTON et al., 2007). A imunocastração reduz a agressividade associada a características sexuais dos machos. Este benefício, entretanto, só é obtido após a segunda dose vacinal, havendo, portanto, um atraso do método em comparação com a castração cirúrgica. Ainda assim, a imunocastração representa um impacto positivo no bem-estar dos animais se comparada com os impactos dos métodos convencionais (ZAMARATSKAIA et al., 2015). Esse exemplo ilustra a importância de métodos veterinários de baixo impacto (ou de impacto positivo) no bem-estar: além dos óbvios benefícios para os animais, o mercado consumidor é receptivo a essas mudanças e atribui maior valor agregado a produtos de origem animal obtidos por métodos de bem-estar (VISKE et al., 2006).

## 23.2. TIPOS DE VACINAS E A RESPOSTA IMUNE: FATORES A SE CONSIDERAR NA ESCOLHA DE UMA VACINA

A tecnologia vacinal tem se desenvolvido amplamente na medicina veterinária. As demandas do mercado por produtos mais eficazes e de maior praticidade foram uma força de propulsão sem paralelo com o que ocorre na medicina humana. Atualmente, temos inúmeras opções de vacinas à disposição dos veterinários, pelo que a escolha da melhor tecnologia deve se basear nas necessidades apresentadas. Raramente um único tipo de vacina será ideal para todas as situações. Portanto, conhecer as diferentes tecnologias vacinais e seus mecanismos de atuação é premissa básica para atuar sobre o bem-estar de animais e de seus cuidadores. A seguir apresentamos os tipos disponíveis de vacinas, seus mecanismos de ação e implicações sobre o bem-estar animal.

### 23.2.1. Vacinas vivas

Vacinas vivas são aquelas em que o agente infectocontagioso retém parte da sua capacidade infecciosa. Assim, quando a vacina é administrada, o agente é capaz de realizar ao menos algumas rodadas de replicação no hospedeiro. Crucialmente, essa capacidade infectiva precisa ser atenuada para que a vacina não cause a doença que pretende prevenir. Contudo, por definição, as vacinas vivas induzem sempre uma forma atenuada da infecção natural (MEEUSEN et al., 2007).

Como as vacinas vivas mimetizam fielmente uma infecção natural, disso decorrem duas consequências importantes: podem ocorrer efeitos adversos em animais imunologicamente suscetíveis, como será discutido na seção sobre reações adversas a seguir; e são ativados mecanismos de imunização muito similares aos que são recrutados durante a infecção natural, com uma resposta mais "abrangente".

A resposta imune a uma infecção natural pode seguir vários cursos. Após a entrada no hospedeiro, o patógeno poderá ser atacado por células de defesa, como os neutrófilos, que são as células com maior capacidade fagocítica. Os neutrófilos estão presentes normalmente na circulação e são atraídas para o local da infecção pelo processo inflamatório decorrente. Os neutrófilos são células de vida curta, por isso, após eliminarem os patógenos no processo de fagocitose, os próprios neutrófilos são também mortos. Após saírem da circulação para atingirem os patógenos, os neutrófilos não deixam mais o tecido para onde migraram.

Outros fagócitos são os macrófagos e as células dendríticas. Estas células fagocíticas diferem dos neutrófilos em três pontos cruciais. Primeiramente, e embora possam estar presentes na circulação, macrófagos e células dendríticas são habitantes de praticamente todos os tecidos do organismo, antes mesmo do aparecimento de qualquer agente infeccioso. Em segundo lugar, são células de vida longa. Após realizarem a fagocitose de um patógeno em determinado tecido, essas células sobrevivem ao processo e podem ainda migrar daquele ponto para um órgão imune secundário, como baço e linfonodos. Finalmente, são capazes de apresentar antígenos. Após realizarem a fagocitose, o patógeno não é apenas destruído nas vesículas fagocíticas (fagossomas) no interior das células, mas também degradado no fagossoma e acoplado a receptores especializados, denominados de MHC (Complexo Principal de Histocompatibilidade, da sigla em inglês). A função desses receptores é ativar o próximo nível da resposta imune. Para isso, os MHC apresentam os fragmentos degradados de patógeno para outras células imunes, os linfócitos. Por essa

razão, macrófagos e células dendríticas são chamados de APC (células apresentadoras de antígenos, da sigla em inglês).

As células apresentadoras de antígenos irão, assim, ativar a segunda etapa da resposta imune – a imunidade adaptativa – que é basicamente composta pelos linfócitos. O tipo de patógeno determina, indiretamente, que tipos de linfócitos serão principalmente ativados pelas células apresentadoras. Caso o patógeno tenha sido "adquirido" pelas células apresentadoras via fagocitose, ele será degradado no fagossoma no interior das células e será acoplado ao MHC de classe II. Contudo, se o patógeno adentrou as células apresentadoras ativamente, através de uma infecção intracelular, o patógeno será degradado em outras vesículas intracelulares, e será acoplado ao receptor MHC de classe I. Por sua vez, cada receptor irá ser a via de comunicação das células apresentadoras de antígenos com um tipo linfócito. Patógenos intracelulares, que são apresentados via MHC de classe I, ativam linfócitos T CD8 (citotóxicos). Patógenos extracelulares, que foram fagocitados antes da apresentação, são associados ao MHC de classe II e ativam linfócitos T CD4, auxiliares (ver **Figura 2** a seguir).

Este processo de apresentação de antígenos via MHC é o ponto central das diferenças entre as vacinas vivas e as inativadas. Apenas as vacinas vivas retêm a capacidade infectiva. Assim, quando se trata de um patógeno intracelular em uma vacina viva atenuada, ele retém sua capacidade infectiva e pode ainda adentrar as células apresentadoras de antígenos e ser apresentado via MHC de classe I para linfócitos T CD8 (citotóxicos). Alguns agentes vivos vacinais serão naturalmente fagocitados e ativarão o outro lado da resposta imune por meio de MHC de classe II e linfócitos T CD4 (auxiliares). Portanto, a resposta imune subsequente à vacina viva será abrangente: tanto linfócitos auxiliares quanto citotóxicos serão ativados.

A ativação de linfócitos T CD8 (citotóxicos) é crucial para respostas imunes eficientes contra os patógenos intracelulares. Contra muitos agentes infecciosos, este braço da resposta será indispensável para a eliminação da infecção, porque cabe aos linfócitos T CD8 (citotóxicos) entrar em contato com as células invadidas e eliminá-las, impedindo que o patógeno persista no hospedeiro. Assim, essa célula imune é capaz de agir contra células do próprio hospedeiro que estejam servindo de reservatório para o patógeno. Nas respostas imunes que não puderam ativar os linfócitos T CD8 (citotóxicos), apenas os patógenos que estão fora das células do hospedeiro serão combatidas, o que, evidentemente, perpetua a infecção naquele hospedeiro. Dentre os patógenos contra os quais este tipo de resposta é benéfico estão muitos vírus e as bactérias intracelulares, como *Lawsonia intracellullaris*, *Salmonella* spp., algumas *Escherichia coli* e outros patógenos (OKINO et al., 2012; ZHU et al., 2017). No caso da *salmonella*, anticorpos são capazes de reduzir a quantidade de bactérias viáveis em uma situação de infecção. Contudo, as respostas humorais (de anticorpos) não inibem totalmente a entrada bacteriana no hospedeiro e apenas as respostas imunes celulares – como a de células citotóxicas – é capaz de eliminar as bactérias que passaram pela defesa de anticorpos (COWART et al., 2014).

### 23.2.2. Vacinas de vetor viral

As vacinas de vetor viral (vetorizadas) criam respostas imunes muito similares às aquelas vistas com vacinas vivas. O princípio das vacinas vetorizadas está em se utilizar a estrutura de um vírus "A" (o vetor) para carregar proteínas pertencentes a um patógeno "B". Assim, como o vetor mantém sua capacidade de replicação, ele manterá a possibilidade de ativar os linfócitos T CD8 (citotóxicos) após a vacinação, do mesmo modo que ocorre com as vacinas vivas.

### 23.2.3. Vacinas inativadas

Vacinas inativadas são aquelas em que a capacidade infectiva do patógeno foi totalmente eliminada pelo uso de um agente químico ou físico que inativa o micro-organismo. Assim, as vacinas inativadas são incapazes de invadir as células do hospedeiro.

As vacinas inativadas precisam ser fagocitadas e então carregadas por uma célula apresentadora de antígeno até um órgão imune secundário (baço, linfonodo, placa de Peyer, etc.). Nesses tecidos imunes, as células apresentadoras de antígeno irão recrutar e ativar apenas linfócitos T CD4 (auxiliares) (ver **Figura 2** acima).

Cabe aos linfócitos T CD4 (auxiliares) interagir com os linfócitos B. Os linfócitos T CD4 (auxiliares) recebem essa denominação justamente por contribuírem na ativação dos linfócitos B, que se passam a chamar de plasmócitos após esse processo. Os plasmócitos são as células produtoras de anticorpos. Portanto, as respostas imunes decorrentes de vacinas inativadas são pródigas produtoras de anticorpos (ver **Figura 3** a seguir).

**Figura 2.** Quantidade relativa de anticorpos produzida pelos diferentes tipos vacinais: as vacinas inativadas são excelentes indutoras da produção de anticorpos, visto que esta é a única via imune estimulada por esse tipo de vacinas. Contudo, como regra geral, são necessárias duas doses, ao menos, de vacinas inativadas para induzir altos títulos de anticorpos. Este diagrama apresenta uma simplificação da funcionalidade das vacinas, visto que há vacinas vivas e inativadas que produzem altos e baixos títulos de anticorpos.



**INFECÇÃO NATURAL**

**VACINAS INATIVAS**

**VACINAS VIVAS**

**VACINAS INATIVAS (PRIMEIRA DOSE)**

### 23.2.4. Vacinas de subunidades

As vacinas de subunidade consistem em fragmentos de um patógeno. Portanto, do mesmo modo que as vacinas inativadas, são incapazes de se replicarem no hospedeiro. Assim, as vacinas de subunidades também não levam à ativação de linfócitos T CD8 (citotóxicos).

### 23.3. EFICÁCIA VACINAL

A eficácia vacinal na prevenção de doenças talvez seja o ponto mais óbvio dessa intervenção sobre o bem-estar animal: uma vacina ineficaz permitirá o aparecimento de enfermidades, com implicações sobre a qualidade de vida dos animais. Embora não seja o único componente em um programa de melhoria no bem-estar animal, a saúde física é uma parte importante deste. Doenças podem provocar dor ou impedir o livre exercício do comportamento natural, por exemplo. Assim, efeitos indiretos de algumas doenças podem incluir perda de mobilidade por incapacidade física ou mesmo motivação reduzida. Isso pode implicar em menor acesso à alimentação e a atividades estimulantes, o que afeta a produtividade.

Por outro lado, é também preciso discutir como as más condições de bem-estar afetam a saúde dos animais. Por exemplo, as más condições de saúde mental podem levar a estresse fisiológico, que por sua vez aumenta a suscetibilidade a doenças (MCDOUNOUGH et al., 2012). Na criação de várias espécies animais, o efeito da densidade populacional sobre a saúde física pode aumentar a circulação de patógenos pela maior quantidade de hospedeiros, o número elevado de animais em um espaço confinado também gera estresse ambiental. Tudo isso altera o funcionamento ideal de células imunes, como macrófagos, cuja atividade fagocítica fica prejudicada. Assim, em altas densidades há uma situação com maior transmissão horizontal de patógenos e prejuízo da ação de vacinas, que dependem do bom funcionamento das células imunes para produzir resultados satisfatórios (MCDOUNOUGH et al., 2012).

Em alguns casos, programas de erradicação de doenças exigem que se realize abate sanitário de muitos animais. Nessas situações, um grupo grande de animais não infectados é eliminado, levantando questões éticas sobre esse tipo de procedimento para o controle de doenças (WHITING et al., 2003).

#### 23.3.1. Inibição de infecção vs. inibição de replicação

Eficácia vacinal é um conceito com múltiplas facetas. O único parâmetro comum para se definir o que é uma boa vacina é a prevenção ao aparecimento de doenças. Contudo, o mecanismo pelo qual isso ocorre é bastante variado, significando que a prevenção criada por cada vacina será diferente de outra.

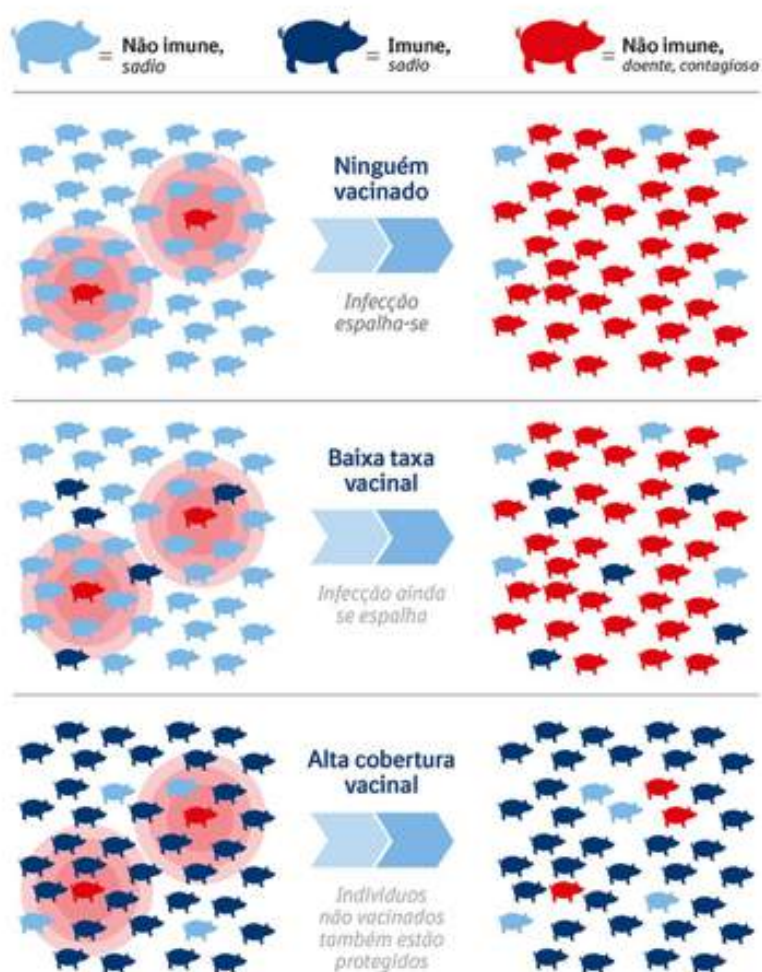
A visão leiga predominante em relação às vacinas é de que elas sempre previnem a infecção do hospedeiro. Raras exceções, isso é falso para a maioria das vacinas. A prevenção da infecção do hospedeiro depende de mecanismos imunes complexos. Em geral, cabe às vacinas apenas impedir que o patógeno prospere, uma vez que já tenha infectado o animal. Assim, o mecanismo mais comum às vacinas é a redução da replicação do patógeno dentro do hospedeiro (ver **Figura 1** acima). Em baixas quantidades, o patógeno muitas vezes é incapaz de causar doença, levando ao efeito esperado daquela vacina. Ao reduzir a replicação do patógeno, a vacina também acaba por reduzir sua transmissibilidade. O mecanismo de patogenicidade de muitos agentes infecciosos depende de alta replicação e, a sua transmissibilidade quase sempre depende disso.

Assim, ao reduzir a replicação do patógeno, muitas vacinas são capazes de conferir "imunidade de rebanho". Este termo, refere-se à proteção indireta de indivíduos não vacinados dentro de uma população majoritariamente vacinada. Na imunidade de rebanho, como a maior parte dos animais encontra-se imunizado, não há disseminação do agente a partir

de um foco de infecção. Assim, os animais que não receberam a vacina ou aqueles em que houve falha vacinal) estão protegidos contra a infecção, visto que ela não se propaga dentro da população (ver **Figura 3** a seguir).

Quando a vacinação impede a replicação do agente infeccioso, sua disseminação torna-se limitada. Assim, se esse padrão é repetido por longos períodos, significa que o ambiente se tornará progressivamente menos contaminado com aquele agente infeccioso. A isso, os autores denominam "vacinação do ambiente". Esse conceito é importante para os animais de produção, em especial aqueles que vivem estritamente em confinamento, em locais onde lotes sucessivos de animais sem grandes interrupções, como é o caso da avicultura e da suinocultura, por exemplo (MILLER et al., 2007). Algumas vacinas, de fato, não chegam a impedir a infecção e a doença no animal que foi vacinado, mas irá afetar o curso da doença/infecção no lote ao longo do tempo, se programa vacinal for mantido, como é o caso de algumas vacinas contra rotavírus bovino e suíno, por exemplo (GONZALES et al., 2010; SAIF et al., 1996).

**Figura 3.** Imunidade de rebanho: este é o fenômeno pelo qual os indivíduos não imunizados estão protegidos da infecção pela alta taxa de cobertura vacinal. Não há espalhamento do agente infeccioso na ocasião da introdução de um foco. Autor da ilustração: Tkarcher, modificado sob a licença de Creative Commons.





Algumas vacinas são incapazes de reduzir a contaminação ambiental, então o foco passa a ser a imunidade populacional por meio de um adequado manejo, capaz de promover um menor desafio sanitário por meio de procedimentos de limpeza e desinfecção, pelo respeito ao vazio sanitário e pela associação com estratégias vacinais. Sempre que os processos vacinais minimizam a excreção do agente ao longo do tempo, o ambiente se torna menos contaminado. Nos suínos isso significa promoção de bem-estar, uma vez que o desafio contra patógenos será menor e o impacto inflamatório também. Por consequência, significa também melhores índices zootécnicos.

### 23.3.2. Imunidade de mucosas

Impedir a infecção do hospedeiro significa inibir completamente a entrada do patógeno. Como já discutido previamente, são raras as vacinas capazes de tal feito. Na maior parte dos casos, apenas a replicação e o espalhamento do agente infeccioso são alterados pela imunização. A maior parte dos patógenos de interesse veterinário infecta os animais através das mucosas. Com exceção de patógenos das camadas superficiais da pele (como alguns fungos), a maioria dos microrganismos precisa entrar em contato com a superfície das mucosas para poder invadir o hospedeiro. Portanto, para que se possa controlar eficazmente a fase de infecção através da vacinação, é preciso que se estimulem respostas imunes no intestino, vias aéreas, trato urinário, que são as mucosas-alvo.

Neste ponto, é necessário citar duas diferenças pivotais entre as respostas imunes "de mucosas" e as respostas "sistêmicas" – aquelas que ocorrem no sangue, pele, baço, linfonodos, etc. Primeiramente, a imunidade nas mucosas gera tolerância – em vez de ativação – imune com muita facilidade. Em segundo lugar, para que haja resposta imune nas mucosas, é necessário ativar o sistema imune diretamente nesses locais. O sistema imune nas mucosas é segregado da resposta "sistêmica". Esses dois pontos são explorados abaixo:

### 23.3.3. A tolerância imune das mucosas

As células imunes nas mucosas têm contato direto e constante com o material que transita por esses tecidos. Como previamente citado, a maior parte das infecções acontece pelas mucosas. Isso ocorre porque a barreira física epitelial nas mucosas é muito mais fina do que a da pele. Há apenas uma única camada de células epiteliais separando o organismo do conteúdo luminal nas mucosas. Assim, o sistema imune nas mucosas adaptou-se a essa realidade. Há, assim, uma atividade imune mais constante nas mucosas. Por outro lado, muitas substâncias não patogênicas entram em contato constante com as mucosas, como os alimentos que transitam pelo trato gastrointestinal. Caso a imunidade se mantivesse constantemente ativada contra proteínas alimentares, a inflamação intestinal constante se tornaria um "custo" proibitivo ao animal. Coube ao sistema imune nas mucosas conseguir então discriminar entre essa grande quantidade de substâncias inócuas dos organismos patogênicos.

Para evitar o desgaste da resposta imune sempre ativada – e a inflamação decorrente – nas mucosas, o sistema imune local vive em um balanço entre ativação e supressão. Ao contrário do que ocorre com a imunidade "sistêmica", a reação padrão das células imunes nas mucosas é induzir tolerância e não ativação.



Essa particularidade das respostas imunes nas mucosas tem implicação direta na vacinologia: para que se crie imunidade nas mucosas, é necessário vencer a barreira tolerogênica do sistema imune local. Um antígeno vacinal precisa transmitir fortes sinais estimulatórios às células imunes nas mucosas para evitar a tolerância imune local. Por isso, a maioria das formulações vacinais inativadas é inapropriada para o uso como vacina de mucosas, por exemplo. Vacinas eficazes de mucosas são, a princípio, vacinas vivas ou aquelas com adjuvantes muito particulares para essas situações. As vacinas vivas são especialmente propícias para uso via mucosas, uma vez que a capacidade replicativa do agente vacinal é um fator que causa inflamação e ativa eficazmente as células imunes locais (GAYET et al., 2017).

### 23.3.4. A segregação imune das mucosas

Uma vez que é tão difícil induzir uma boa resposta por meio da vacinação via mucosas, pode-se perguntar porque não se fazem vacinas "sistêmicas", aplicadas por via subcutânea ou intramuscular, para proteger as mucosas. A segunda particularidade do sistema imune nas mucosas é a sua segregação em relação a outros tecidos do organismo. As células imunes migram livremente entre a pele, fígado, baço, linfonodos etc. Assim, uma vacina aplicada sob a pele rapidamente é carregada para os linfonodos, criando a resposta imune que foi chamada aqui de "sistêmica". Contudo, esses mesmos leucócitos são incapazes de adentrarem os tecidos de mucosas (intestinos, olhos, glândula mamária, trato urinário, respiratório). As células imunes precisam carrear um receptor específico para que possam atravessar os vasos sanguíneos e entrar nas mucosas. Portanto, apenas as células imunes que são ativadas já dentro das próprias mucosas são capazes de entrar e sair livremente delas. Assim, uma vacina eficaz "de mucosas" precisa ser administrada por essa via.

Por outro lado, células imunes ativadas em uma mucosa são capazes de migrar para outras mucosas. Uma vacina administrada via intranasal e que interaja com o sistema imune no trato respiratório é capaz de induzir respostas imunes eficazes em outras mucosas, por exemplo – embora não necessariamente em todas as outras mucosas. Novamente, isso se dá porque as células imunes no trato respiratório compartilham receptores com as células imunes intestinais, permitindo que elas migrem entre esses tecidos (GAYET et al., 2017; HOLGREN & CZERKINSKY, 2005).

### 23.3.5. Resistência a vacinas

A falta de eficácia de uma vacina significa perdas importantes quanto ao bem-estar e à produção, uma vez que o animal não estará protegido contra a doença esperada e sua manipulação terá sido em vão. Em algumas situações, a vacina pode exercer pressão seletiva sobre o patógeno que se pretendia evitar. Assim como ocorre em relação à antibioticoterapia, quando a eficácia é sub-ótima, há a possibilidade de seleção de cepas de patógenos resistentes. No caso da vacinação, a seleção não é tão significativa como com o uso de drogas, mas caso a vacina não contemple patótipos específicos – variantes patogênicas de um agente infeccioso –, eles poderão ser selecionados pela vacinação, elevando a patogenicidade média daquele agente em circulação na região. Assim, em termos evolutivos e populacionais, a vacinação não pode abrir espaços quanto à seleção em relação à virulência. A seleção vacinal de resistência é mais rara do que aquela vista por uso de antibióticos, mas pode ocorrer quando a vacina contempla apenas parte dos

fatores de virulência de um patógeno, por exemplo. O exemplo clássico desse tipo de falha ocorreu em relação à vacinação contra a doença de Marek, de aves, em que escapes sucessivos a vacinas cada vez melhores foram ocorrendo (KENNEDY et al., 2018; KENNEDY et al., 2017; STEARMS 2007).

Além da capacidade de alguns patógenos de mutar e fugir da imunidade vacinal, deve-se atentar para o fato de que muitas vacinas simplesmente não abrangem todos os sorotipos de um patógeno. Por vezes, isso é intencional por parte da indústria farmacêutica. Em muitos casos não há justificativa para se inserirem inúmeros sorotipos em uma vacina usada em determinada região geográfica em que aqueles sorotipos não têm importância. Contudo, esse é um fator importante de seleção ainda pouco explorado na veterinária (HANAGE et al., 2010).

## 23.4. FALHAS NO BEM-ESTAR E FALHAS VACINAIS

Alterações fisiológicas induzidas por condições ou sentimentos negativos têm impacto direto sobre a imunidade. Animais que apresentam estados mentais negativos têm respostas inflamatórias mais intensas do que animais saudáveis. Contagens leucocitárias são elevadas, especialmente de neutrófilos, com elevação paralela de proteínas de fase aguda. Citocinas inflamatórias também são elevadas em condições mentais negativas em animais (DESTREZ et al., 2017; O'LOUGHLIN et al., 2014). Estresse físico, tal como o estresse calórico, também induz estados inflamatórios transitórios. O estresse calórico causa inflamação por meio da produção de "proteínas de choque térmico", por exemplo. No estresse físico por transporte, isso se traduz, novamente, em elevação de neutrófilos (ALAM, 2018; COLLIER et al., 2008)

Com base no exposto acima, pode-se ter a impressão de que o estresse induz respostas imunes melhores. Contudo, a inflamação e as respostas celulares que decorrem do estresse se dão em detrimento do bom funcionamento da resposta adaptativa, em geral, com queda no número de linfócitos (ALAM, 2018). O estresse mental altera o funcionamento de linfócitos T, havendo um acúmulo de linfócitos não ativados na circulação, apesar do aumento concomitante de citocinas pró-inflamatórias (MAYDYCH et al., 2017; SILBERMAN et al., 2002). A produção de anticorpos pós-vacinação não é necessariamente alterada pelo estresse mental. Aparentemente, as respostas celulares de linfócitos T são especialmente afetadas pelo estresse (DESTREZ et al., 2017; WONG et al., 2013). As alterações na produção de anticorpos pós-vacinação devido a situações de estresse ocorrem principalmente em prazos longos, também devido a perda da função de linfócitos T CD4 (auxiliares). Anticorpos produzidos por plasmócitos independentes do auxílio de linfócitos T CD4 são menos afetados pelo estresse (BURNS et al., 2003)

A intensificação da produção animal foi acompanhada de mudanças que tornaram essa prática possível. Algumas das práticas adotadas para permitir o desenvolvimento da agroindústria ocorreram em detrimento de certos aspectos de bem-estar animal. Como exemplos, pode-se citar o aumento da densidade animal ou a adoção de pisos ripados para reduzir o trabalho de limpeza, mas que podem causar desconforto físico nos animais (MCDOUNOUGH et al., 2012).

Em contraponto, a vacinologia veterinária evoluiu de modo a tornar mais prática a administração desses produtos sem que houvesse prejuízo em aspectos do bem-estar animal. Ademais, cabe salientar o impacto positivo que esse fator tem sobre os tratadores: a facilidade de aplicação reduz também o estresse das pessoas envolvidas e assim aumenta a adesão ao programa vacinal (MCDOUNOUGH et al., 2012). Avanços nessa área são, primordialmente:

• **Vacinas multivalentes e vacinas de dose única:** a combinação de antígenos em uma composição vacinal reduz o número de injeções que o animal será submetido. O mesmo ocorre quando menos doses precisam ser administradas para atingir proteção imune. Isto significa menor estresse devido à manipulação dos animais. Embora possa ser limitado, esse estresse adiciona-se a outros na criação animal e deve ser evitado, se possível (MOBERG et al., 2000; QUARLES et al., 1974). Evidentemente, tanto na redução do número de doses quanto na combinação de antígenos, pesquisas específicas sobre o tema precisam ser desenvolvidas sobre cada vacina antes que tal mudança possa ser realizada. Nem todas as combinações de antígenos são ideais para boa resposta imune. É preciso que se demonstre com clareza que uma vacina funciona em dose única antes que esse protocolo possa ser adotado. Vacinas de múltiplos componentes (multivalentes) precisam ser padronizadas antes de serem utilizadas no mercado. Em geral, essa é uma atribuição da indústria, que a realiza com competência. Embora não tenha interesse direto na medicina veterinária, um exemplo ilustrativo de vacina na qual os múltiplos componentes não se encontravam "balanceados" é o da vacina de dengue. Nesse produto, componentes dos diferentes sorotipos de dengue estão presentes, mas o sistema imune não responde de maneira igual a eles. Há imunodominância de um sorotipo em relação aos outros e, assim, a resposta imune que decorre da vacinação não é ideal para induzir proteção. De fato, nesse caso, pessoas vacinadas podem ter maior propensão para o aparecimento de doença grave (THE, 2018).

• **Vacinas de administração por via de mucosas:** a administração de vacinas pelas mucosas apresenta grandes vantagens. Dentre os benefícios, está a possibilidade de administração sem a necessidade de contenção ou de injeção do imunógeno. Evidentemente, por evitarem a manipulação dos animais, essa via de administração traz benefícios claros. Pesquisas têm se focado em produzir adjuvantes vacinais eficazes e que permitem que mais vacinas possam ser aplicadas por essa via. Visto que é necessário que se induza forte reação imune local para vencer a tendência de tolerância imune nas mucosas, muitos adjuvantes estudados para uso nessas vias tendem a ser excessivamente inflamatórios, infelizmente (HOLGREN & CZERKINSKY, 2005). Isso reverteria quaisquer benefícios de bem-estar obtidos por não ser necessário manipular os animais.

### 23.4.1. Inflamação vacinal

A inflamação decorrente de uma imunização é uma pré-condição para o funcionamento da imunização. A inflamação é quase indissociável da elaboração de uma resposta imune pós-vacinação – embora a eficácia da imunização não esteja diretamente relacionada com maior grau de inflamação.

O processo inflamatório vacinal, embora seja bastante tênue, impacta significativamente em outros sistemas orgânicos, associados ao bem-estar. O estresse mental demanda uma alteração no fluxo sanguíneo. A vacinação impede essa resposta vascular ao estresse mental, impedindo, portanto, o desenvolvimento da resposta fisiológica esperada a essa situação estressante (PAINE et al., 2014).

Curiosamente, a inflamação que decorre da imunização não é necessariamente maléfica em animais já submetidos ao estresse psicológico. Isso ocorre porque alguns antígenos podem modular a resposta imune para uma situação mais positiva. Durante situações de estresse, a resposta hormonal decorrente altera o equilíbrio da microbiota intestinal. Alguns imunógenos podem modificar a microbiota para corrigir esses desvios induzidos pelo estresse e isso ocorre pelas respostas imunes intestinais pós-vacinação (REBER et al., 2016).

## 23.5. REAÇÕES ADVERSAS CAUSADAS POR VACINAS

O objetivo principal de uma vacina após a sua aplicação é a ativação do sistema imune para que, no menor período possível, esse animal esteja apto a encarar os desafios sanitários. Essa ativação determina a eficácia da vacina, mas não deve ser tão exacerbada a ponto de produzir reações adversas que prejudiquem o bem-estar animal. As reações adversas causadas por vacinas podem ser classificadas em dois grandes grupos:

### 23.5.1. Reações adversas locais

Normalmente observadas em algumas vacinas inativadas que contêm um adjuvante oleoso. As reações são caracterizadas por inchaço no local da aplicação da vacina (ver Figura 5 a seguir) que inicia entre 12 e 24 horas após a aplicação e pode perdurar por até 21 dias. Em vacinas reativas de duas doses, diversos autores demonstraram que a reação local é mais intensa após a segunda dose, tanto no número de animais afetados quanto no tamanho da lesão (KOLB & DIAZ, 2008).

**Figura 4.** Inchaço no local da aplicação da vacina (círculo amarelo) causada por vacina reativa em leitão na fase de creche com 42 dias de vida. A foto foi tirada 3 dias após a aplicação da vacina reativa.  
**Crédito:** acervo pessoal dos autores



Na prática, no momento da aplicação da segunda dose, se o animal ainda estiver apresentando inchaço no local da aplicação da primeira dose, o risco de haver refluxo durante o processo de vacinação é alto, prejudicando a correta imunização e aumentando a susceptibilidade do animal ao patógeno em questão. Algumas vezes, sem a inspeção adequada, essas reações podem ser confundidas com o uso de agulhas sujas na aplicação de vacinas ou má higiene no processo de vacinação.

O inchaço é caracterizado por ser avermelhado, consistência firme e com temperatura mais elevada que o restante do corpo do animal. Na palpação o animal demonstra

vocalização intensa, sinais de dor e desconforto. Dependendo da vacina a frequência de animais com essa reação pode chegar a 90% e o diâmetro do inchaço em até 5,5 cm (JOHNSON et al., 2012)

A causa principal dessa reação é que alguns adjuvantes oleosos provocam uma reação inflamatória intensa no local da aplicação (SPICKLER & ROOT, 2003). Apesar do inchaço desaparecer após alguns dias, microgranulomas no local da aplicação da vacina podem ser encontrados durante a inspeção ao abate. A frequência varia, mas pode chegar a 6,9% dependendo do tipo da vacina utilizada (HAAS et al., 2008). Apesar de serem assépticas, essas lesões causam prejuízo econômico pois o corte fica com aspecto repugnante e parte da carcaça é condenada.

### 23.5.2. Reações adversas sistêmicas

A principal reação adversa sistêmica causada por vacinas é a narcolepsia transitória, que nada mais é do que a prostração do animal algumas horas após a aplicação de uma vacina reativa. Essa prostração tem início ao redor de seis horas após a aplicação da vacina e em alguns animais pode perdurar por até dois dias. Em leitões no período de creche a prostração vem acompanhada de redução no consumo da ração e água, concentração dos animais em um canto da baia e falta de interesse a estímulos externos, ou seja, alteração do comportamento normal do animal (POTTER et al., 2012; WEIMER et al., 2018).

**Figura 5.** Leitões prostrados (narcolepsia transitória) seis horas após a aplicação de vacina reativa. Mesmo com a estimulação pelo arrastamento, os animais não demonstram interesse pelo meio. **Fonte:** Ricardo Lippke.



A causa principal dessa prostração é o aumento da temperatura corporal dos animais provocada por citocinas pró inflamatórias desencadeadas por algumas vacinas que contém adjuvantes oleosos e/ou vacinas cujo antígeno é uma bacterina produzida por bactérias Gram negativas (ex. *Haemophilus parasuis*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Pasteurella multocida*).



A elevação da temperatura corporal chega em média a 1 grau Celsius, todavia alguns animais podem atingir 2 graus Celsius acima da temperatura corporal normal. A duração dessa hipertermia é variada, mas em geral os animais retornam a sua temperatura normal 24 horas após a aplicação da vacina (STRECKEL et al., 2015).

Outro parâmetro que sofre elevação com o uso de vacinas reativas é a concentração no sangue de certas proteínas de fase aguda (haptoglobina e proteína C reativa), que têm associação com os processos inflamatórios e o estresse e são utilizadas para medir a condição de bem-estar animal de uma maneira geral (HERNANDEZ-CARAVACA et al., 2017).

## 23.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de enfermidades no rebanho suíno será sempre defensável, sob o aspecto clínico e à luz do bem-estar animal. Este aspecto denota a preocupação com o sofrimento individual e do rebanho como um todo. Nesse sentido, vacinas são extremamente úteis em um programa de melhoria do bem-estar animal, pois são uma das ferramentas mais importantes na prevenção de doenças.

A escolha de uma vacina como estratégia de prevenção deve levar em conta: eficácia, praticidade e segurança, além do impacto das reações adversas no desempenho zootécnico e no bem-estar animal.

Atualmente, o desenvolvimento de novas tecnologias na produção de vacinas resulta em produtos extremamente eficazes e com pouca ou nenhuma reatividade, contribuindo para o máximo desempenho zootécnico e respeitando o bem-estar animal. Exemplo disso são as vacinas aplicadas pela via oral, além daquelas produzidas com adjuvantes com baixa reatividade.

Ainda comum na suinocultura, o uso de moléculas antibióticas em rebanhos saudáveis, a fim de prevenir enfermidades ou como melhorador de desempenho, é cada vez menos defensável. Sendo assim, o uso de programas vacinais do rebanho instituídos de forma técnica e economicamente viáveis são o foco mais importante na prática de produção zootécnica, manejo sanitário e bem-estar animal, com consequente impacto positivo na prevenção de enfermidades e na melhoria do desempenho produtivo.

## 23.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM et al. 2018: Assessment of transport stress on cattle travelling a long distance ( $\approx$  648 km), from Jessore (Indian border) to Chittagong, Bangladesh. *Vet. Rec. open* 5: e000248.

BURNS et al. 2003: Antibody response to vaccination and psychosocial stress in humans: relationships and mechanisms. *Vaccine* 21: 2523–2534.

COLLIER et al. 2008: Invited review: genes involved in the bovine heat stress response. *J. Dairy Sci.* 91: 445–454.

COWARD et al. 2014: The effects of vaccination and immunity on bacterial infection dynamics in vivo. *PLoS Pathog.* 10: e1004359. 2014.

DESTREZ et al. 2017: Effects of a chronic stress treatment on vaccinal response in lambs. *Animal* 11: 872–880. 2017.

GAYET et al. 2017: Vaccination against Salmonella infection: the mucosal way. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 81: e00007-17.

- GOMES et al. 2014: Overcrowding stress decreases macrophage activity and increases Salmonella Enteritidis invasion in broiler chickens. *Avian Pathol.* 43: 82–90.
- GONZALES et al. 2010: Evaluation of a bovine rotavirus VP6 vaccine efficacy in the calf model of infection and disease. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 137: 155–160.
- HAAS et al. 2008: Pork quality implications of PCV2 vaccines under normal conditions of use. *Proceedings, IPVS*: 12.017
- HANAGE et al. 2010: Evidence that pneumococcal serotype replacement in Massachusetts following conjugate vaccination is now complete. *Epidemics* 2: 80–84.
- HERNANDEZ-CARAVACA et al. 2017: Serum acute phase response induced by different vaccination protocols against circovirus type 2 and *Mycoplasma hyopneumoniae* in piglets. *Research in Veterinary Science* 03: 131 – 152.
- HOLGREN & CZERKINSKY 2005: Mucosal immunity and vaccines. *Nat. Med.* 11: S45.
- JOHNSON et al. 2012: A comparison of injection site lesions and performance differences in nursery pigs vaccinated with PCV2 – *Mycoplasma hyopneumoniae* combination vaccines. *Proceedings, AASV*: 215 – 218.
- KENNEDY et al. 2018: A framework for evaluating the impact of farming practices and evolution. *Epidemics* 23: 85–95.
- KENNEDY et al. 2017: Why does drug resistance readily evolve but vaccine resistance does not? *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 284: 20162562.
- KOLB & DIAZ 2008: Comparative safety of PCV2 vaccines under field conditions. *Proceedings, AASV*: 363 – 366
- MAYDYCH et al. 2017: Impact of chronic and acute academic stress on lymphocyte subsets and monocyte function. *PLoS One* 12: e0188108.
- MCDONOUGH et al. 2012: *Farm Animal Welfare: Health and Disease*. London. 2012.
- MEEUSEN et al. 2007: Current status of veterinary vaccines. *Clin. Microbiol. Rev.* 20: 489–510.
- MILLER et al. 2007: Antigenic differences among Newcastle disease virus strains of different genotypes used in vaccine formulation affect viral shedding after a virulent challenge. *Vaccine* 25: 7238–7246.
- MOBERG et al. 2000: *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. CABI Pub.
- MORTON. 2007: Vaccines and animal welfare. *Rev. Sci. Tech. Int. des Epizoot.* 26: 157.
- O'LOUGHLIN et al. 2011: Examination of the bovine leukocyte environment using immunogenetic biomarkers to assess immunocompetence following exposure to weaning stress. *BMC Vet. Res.* 7: 45.
- OKINO et al. 2012: Avian infectious bronchitis virus (ibv): effect of vaccine doses on mucosal immune responses and protection after challenge in chickens. In: *Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: *WORLD'S POULTRY CONGRESS*, 24., 2012, Salvador. Abstract... Salvador: WSPA, 2012. 1 CD-ROM. *World's Poultry Science Journal*, v. 68, suppl. 1, 2012. 2012.
- PAINE et al. 2014: Vaccine-induced inflammation attenuates the vascular responses to mental stress. *Int. J. Psychophysiol.* 93: 340–348.
- POTTER et al. 2012: Effect of diet source and vaccination for porcine circovirus type 2 and *Mycoplasma hyopneumoniae* in nursery pig performance. *Journal of Animal Science* 90: 4063 – 4071.
- QUARLES et al. 1974: Evaluation of ammonia and infectious bronchitis vaccination stress on broiler performance and carcass quality. *Poult. Sci.* 53: 1592–1596.
- REBER et al. 2016: Immunization with a heat-killed preparation of the environmental bacterium *Mycobacterium vaccae* promotes stress resilience in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 113: E3130–E3139.
- SAIF et al. 1996: Group A rotavirus veterinary vaccines. *J. Infect. Dis.* 174: S98–S106. 1996.



- SILBERMAN et al. 2002: Effects of chronic mild stress on lymphocyte proliferative response. Participation of serum thyroid hormones and corticosterone. *Int. Immunopharmacol.* 2: 487-497.
- SPICKLER & ROOT 2003: Adjuvants in Veterinary Vaccines: Modes of Action and Adverse Effects. *Journal Veterinary Internal Medicine*, 17: 273 – 281.
- STEARMAN et al. 2007: *Evolution in Health and Disease*. OUP Oxford.
- STRECKEL et al. 2015: Investigation of physiological responses in piglets to different vaccines against PCV2 and M.hyo. *Tierärztliche Umschau* 70: 419-425.
- THE. 2018: The dengue vaccine dilemma. *Lancet. Infect. Dis.* 18: 123.
- VISKE et al. 2006: Swedish consumer preferences for animal welfare and biotech: a choice experiment. 2006.
- WEIMER et al. 2018 Nursery pig behavior evaluation pre and post injection using digital image methodology. *Journal Swine Health and Production*, 26:1, 25 – 33.
- WHITING et al. 2003: Foreign animal disease outbreaks, the animal welfare implications for Canada: risks apparent from international experience. *Can. Vet. J.* 44: 805.
- WONG et al. 2013: Chronic psychosocial stress: does it modulate immunity to the influenza vaccine in Hong Kong Chinese elderly caregivers? *Age (Omaha)*. 35: 1479-1493.
- ZAMARATSKÁIA et al. 2015: Immunocastration of male pigs-situation today. 2015.
- ZHU et al. 2017: Mucosal IgA and IFN- $\gamma$ + CD8 T cell immunity are important in the efficacy of live *Salmonella enterica* serovar *Choleraesuis* vaccines. *Sci. Rep.* 7. 2017.



# CAPÍTULO 24 – VACINAS DO SÉCULO XXI: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS

**Autor:** Frandoloso, R.  
**Contato:** rfrandoloso@me.com

## 24.1. INTRODUÇÃO

As vacinas salvam vidas, promovem bem-estar animal e garantem produtividade. Essa afirmação pode ser corroborada por inúmeros exemplos na medicina veterinária e humana registrados ao longo dos últimos 200 anos, em especial, pelas observações iniciais de Edward Jenner, ainda em 1796 que resultaram na erradicação da varíola humana no final da década de 1970.

As vacinas promovem proteção através da indução de imunidade humoral (anticorpos), celular (linfócitos T citotóxicos) ou de ambas contra patógenos causadores de doenças. A vacinação é um ato mecânico simples, no entanto, o desenvolvimento da imunidade específica é complexo, e dependente de inúmeras células do sistema imunológico, assim como de moléculas secretadas por estas células, após o contato com os constituintes de uma vacina (antígenos, adjuvantes e imunostimulantes).

Em razão da importância de se prevenir a ocorrência de doenças e consequentemente mitigar ao máximo as perdas econômicas resultantes de processos patológicos, o desenvolvimento de novas vacinas tem sido fortemente incentivado pela necessidade eminente de se reduzir o uso de antibióticos na produção animal. A geração e difusão de resistências aos antimicrobianos, tema em destaque, é devido, entre outras causas, ao uso inadequado destas moléculas no passado, e ainda, em muitos lugares, no presente. Para fazer frente a este problema químico-biológico, de importância global, as vacinas constituem uma alternativa racional ao uso de antimicrobianos.

Em medicina veterinária, a exemplo do que pode ser alcançado em humanos, a indústria farmacêutica tem avançado no desenvolvimento de novas plataformas de produção e de entrega de antígenos de modo a garantir aos animais, além da proteção clínica, também a não portabilidade de agentes infecciosos. Alcançar esta última característica, significa em termos práticos, produzir através da vacinação esterilidade de mucosa<sup>1</sup>, o que torna possível a erradicação de patógenos específicos do sistema de produção de suínos.

Neste capítulo, além de revisarmos o que há de novo no campo da vacinologia aplicada à suínos, também apresentaremos uma revisão sucinta sobre como são formuladas as vacinas utilizadas na suinocultura e quais são as tendências de futuro.

---

<sup>1</sup>Esterilidade de mucosa consiste numa situação imunológica onde componentes humorais e celulares induzidos pela vacinação são capazes de neutralizar a colonização microbiana. Por consequência desta condição imunológica, além de não ocorrer doença clínica também não ocorre a transmissão de patógeno. Ao longo do tempo, permite a erradicação do patógeno do sistema de produção.

## 24.2. QUAL É O IMPACTO DA VACINAÇÃO NO SUÍNO E NA GRANJA?

O efeito principal das vacinas utilizadas na produção de suínos, e de maneira geral, na produção animal, consiste na proteção individual do animal vacinado. Já o impacto esperado da vacinação consiste na prevenção absoluta ou na diminuição significativa de sinais clínicos resultantes da infecção produzida pelo microrganismo alvo da vacinação. Entretanto, é bem estabelecido que as vacinas utilizadas na medicina veterinária conferem somente proteção parcial por não conseguirem promover esterilidade de mucosa. Portanto, existe um risco real de se perpetuar infecções subclínicas no rebanho, resultando ou não em prejuízos zootécnicos.

Considerando-se o *status* sanitário, a vacinação promove um efeito coletivo muito importante, o qual conhecemos por imunidade da granja. Com frequência, na prática de vacinação, alguns animais não desenvolvem imunidade individual por questões genéticas (polimorfismo do MHC), supressivas (infecções concomitantes, micotoxinas, estresse, etc) ou por não terem recebido a vacina. Esses animais ficam 100% susceptíveis a desenvolverem doenças produzidas pelos microrganismos patogênicos que estejam circulando na granja, no entanto, quando a grande maioria do rebanho responde adequadamente a vacinação cria-se uma barreira de proteção indireta aos animais não vacinados, reduzindo significativamente a transmissão e probabilidade de ocorrência de surtos de doenças na granja.

## 24.3. COMO SÃO FORMULADAS AS VACINAS UTILIZADAS NA SUINOCULTURA?

Na suinocultura a lista de vacinas inativadas é bastante numerosa e supera os 90% da oferta global de biológicos. Estas vacinas são formuladas com microrganismos inativados<sup>2</sup> (mortos) por calor, formol, óxido de etileno, etilenoimina binária,  $\beta$ -propiolactona e ou ácido fênico. Por outro lado, as vacinas atenuadas<sup>3</sup>, formuladas com microrganismos vivos, não estão disponíveis para a prevenção de todas as doenças de interesse na suinocultura, por conta, entre outras razões: (i) da dificuldade de se conseguir clones mutantes atenuados; (ii) do risco de virulência residual; e (iii) de não ser recomendável em campanhas de erradicação, ainda que pode justificar-se seu uso nas etapas iniciais da campanha, quando a incidência da doença é bastante alta.

De forma simplista, uma vacina inativada é o resultado da mistura estratégica de antígenos, adjuvantes, diluentes e preservantes. Conforme representado na **Tabela 1**, no Brasil estão disponíveis principalmente vacinas baseadas em corpos celulares inteiros inativados (bacterinas), as quais podem ser mono ou polivalentes, dependendo da sua composição antigênica. As vacinas de subunidade inativadas, formuladas com proteínas recombinantes ou com toxinas purificadas de microrganismos, compõem um grupo importante de vacinas; e a utilização deste tipo de antígeno vem ganhando espaço na indústria farmacêutica em razão: (i) das características de proteção conseguidas; (ii) dos

---

<sup>2</sup> O processo de inativação tem por objetivo matar o microrganismo conservando ao máximo suas características antigênicas em relação ao microrganismo vivo.

<sup>3</sup> A atenuação é um procedimento que visa reduzir a virulência (capacidade de causar doença) do microrganismo vacinal. Pode ser realizado de forma clássica (por temperatura, envelhecimento de cultivo, cultivo em condições desfavorável para o patógeno, química ou através de passes do patógeno em animais de laboratório) ou moderna (deleção de genes de virulência ou relacionados com rotas metabólicas mediante engenharia genética). O resultado desse processo é a obtenção de um clone mutante vivo capaz de manter a infectividade, no entanto, que não consegue causar doença.

bioprocessos estarem se tornando economicamente viáveis na perspectiva veterinária; e (iii) da possibilidade de desenvolvimento de vacinas polivalentes<sup>4</sup> com reduzida competição antigênica.

As vacinas atenuadas, hoje comercializada no Brasil para a prevenção da Ileíte e Salmonelose suína, por exemplo, são baseadas em cepas avirulentas de *Lawsonia intracellularis* (ATCC® PTA-4926) e *Salmonella choleraesuis* (ATCC® 55105) atenuadas. Estas vacinas são administradas diretamente na cavidade oral dos animais ou fornecidas através da água de beber. A imunidade protetora induzida é predominantemente de mucosa, controlando o processo de infecção no sítio de invasão do patógeno.

**Tabela 1.** Resumo das principais vacinas comerciais inativadas, atenuadas e de subunidades disponíveis no Brasil para a prevenção de doenças que afetam a produção de suínos.

| Doença             | Patógeno                                     | Vacina               | Categoria                        | Antígeno                              | Adjuvante                                         | Via |
|--------------------|----------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|
| Doença de glässer  | <i>Glaesserella parasuis</i> (Gps)           | Porcilis® Glässer    | Inativada/bacterina              | Gps - Sorovar 5                       | Hidróxido de alumínio + dl-α-acetato de tocoferol | IM  |
|                    |                                              | Hiprasuis® Glässer   | Inativada/bacterina              | Gps - Sorovar 1 e 6                   | Hidróxido de alumínio                             | IM  |
|                    |                                              | Parapleuro Shield™ P | Inativada/bacterina              | Gps                                   | Gel de hidróxido de alumínio                      | IM  |
| Pleuropneumonia    | <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> (App) | Porcilis®App         | Inativada/subunidade             | Apxl, II, III + uma OMP               | dl-α-acetato de tocoferol                         | IM  |
|                    |                                              | Coglapix             | Inativada/bacterina + subunidade | App - sorotipo 1 e 2 + Apxl, II e III | Gel de hidróxido de alumínio                      | IM  |
|                    |                                              | Parapleuro Shield™ P | Inativada/bacterina              | App Sorotipo 1, 5 e 7                 | Gel de hidróxido de alumínio                      | IM  |
| Pneumonia ezoótica | <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> (Mhyo)       | M+Pac                | Inativada/bacterina              | -                                     | Óleo mineral + hidróxido de alumínio              | IM  |
|                    |                                              | Porcilis® M HYO      | Inativada/bacterina              | Cepa 11                               | dl-α-acetato de tocoferol                         | IM  |
|                    |                                              | Porcilis® PCV M HYO  | Inativada/bacterina              | Cepa J                                | Óleo mineral + hidróxido de alumínio              | IM  |
|                    |                                              | Porcilis® M1 ID      | Inativada/bacterina              | Cepa 11                               | Óleo de parafina + acetato de dl-α-tocoferol      | ID  |
|                    |                                              | Hyogen®              | Inativada/bacterina              | Cepa BA 2940-99                       | Imuvant                                           | IM  |
|                    |                                              | Ingelvac® MycoFLEX   | Inativada/bacterina              | Cepa J - B-3745                       | ImpranFLEX                                        | IM  |
|                    |                                              | Mypravac® Suis       | Inativada/bacterina              | Cepa J                                | Levamisol + carbômero                             | IM  |
|                    |                                              | Respire®             | Inativada/bacterina              | Cepa NL 1040                          | Amphigen®                                         | IM  |
|                    |                                              | Respire ONE®         | Inativada/bacterina              | Cepa NL 1040                          | Amphigen®                                         | IM  |
|                    |                                              | Fostera PCV MH       | Inativada/bacterina              | Cepa NL 1040                          | Amphigen®                                         | IM  |
|                    |                                              | Fostera Gold PCV MH  | Inativada/bacterina              | Cepa NL 1040                          | Amphigen®                                         | IM  |
|                    |                                              | Serkel Pneumo        | Inativada/bacterina              | -                                     | Hidróxido de alumínio                             | IM  |

<sup>4</sup> Vacinas polivalente são desenhadas (formulada com antígenos) para prevenir a ocorrência de doenças produzidas por diferentes microrganismos ou mesmo, por diferentes tipos capsulares de uma mesma espécie bacteriana. Este tipo de vacina é desejado na suinocultura pois permite reduzir o número de injeções e consequentemente a manipulação de animais.

| Doença                        | Patógeno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Vacina                   | Categoria                        | Antígeno                                           | Adjuvante                                     | Via |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----|
| Renite atrófica               | <i>Bordetella bronchiseptica</i> (Bb)<br><i>Pasteurella multocida</i> (Pm)                                                                                                                                                                                                                                                                    | Porcilis® AR-T           | Inativada/bacterina + subunidade | Bb + Toxina dermonecrótica de Pm tipo D            | dl-α-acetato de tocoferol                     | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Aradicator®              | Inativada/bacterina + subunidade | Bb cepa 833 + Pm tipo D + Toxina dermonecrótica    | Amphigen®                                     | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rhiniseng                | Inativada/bacterina + subunidade | Bb + Toxina dermonecrótica                         | Gel de hidróxido de alumínio + DEAE + Ginseng | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rhini Shield™TX4         | Inativada/bacterina + subunidade | Bb + Pm tipo A + Toxina dermonecrótica             | Gel de hidróxido de alumínio                  | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sal Rap                  | Inativada/bacterina + subunidade | Bb + Pm tipo A + D + Toxina dermonecrótica         | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
| Ileíte                        | <i>Lawsonia intracellularis</i> (Li)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Porcilis® Ileitis        | Inativada/bacterina              | Li                                                 | Microsol Diluvac Forte®                       | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Enterisol® Ileitis       | Atenuada                         | Li                                                 | -                                             | O   |
| Erisipela suína e parvovirose | <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> (Er)<br>Parvovirus suíno (PvS)                                                                                                                                                                                                                                                                            | Porcilis® ERY+PARVO      | Inativada/bacterina              | Er, cepa M2, sorotipo 2 + PvS cepa 014             | dl-α-acetato de tocoferol                     | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Parvoruvac®              | Inativada/bacterina              | Er, sorotipo 2 + PvS K22                           | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | FarrowSure® B GOLD       | Inativada/bacterina              | Er + PvS                                           | Amphigen®                                     | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Eryseng® PARVO           | Inativada/bacterina              | Er, cepa R32E11 + PvS cepa NADL-2                  | Gel de hidróxido de alumínio + DEAE + Ginseng | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Parvo Shield™ L5E        | Inativada/bacterina              | Er + PvS                                           | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sau Abort                | Inativada/bacterina              | Er + PvS                                           | Óleo                                          | IM  |
| Leptospirose                  | <i>L. bratislava</i> (Lpb),<br><i>L. canicola</i> (Lpc),<br><i>L. grippityphosa</i> (Lpg),<br><i>L. hardjo</i> (Lph),<br><i>L. icterohaemorrhagiae</i> (Lpi)<br><i>L. Pomona</i> (Lpp),<br><i>L. copenhageni</i> (Lpco),<br><i>L. tarassovi</i> (Lpt),<br><i>L. wolffii</i> (Lpw),<br><i>L. pyrogenes</i> (Lppg),<br><i>L. bataviae</i> (Lpv) | FarrowSure® B GOLD       | Inativada/bacterina              | Lpb + Lpc + Lpg + Lph + Lpi + Lpp                  | Amphigen®                                     | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Parvo Shield™ L5E        | Inativada/bacterina              | Lpg + Lph + Lpi + Lpp                              | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Eryseng® PARVO/LEPTO     | Inativada/bacterina              | Lpi + Lpc + Lpp + Lph + Lpg + Lpb                  | Gel de hidróxido de alumínio + DEAE + Ginseng | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sau Abort                | Inativada/bacterina              | Lpp, Lpc, Lpi, Lpco, Lpt, Lpb, Lpg, Lph            | Óleo                                          | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Leptoven 10              | Inativada/bacterina              | Lpi, Lpc, Lpco, Lpp, Ppw, Lpg, Lpt, Lppg, Lpb, Lpi | Gel de hidróxido de alumínio                  | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                                  |                                                    |                                               |     |
| Colibacilose neonatal         | <i>Escherichia coli</i> (Ec)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Porcilis® COLI           | Inativada/subunidade             | F4ab, F4ac, F5, F6, e LT toxoide                   | Diluvac Forte                                 | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Pili Shield™ Porcino + C | Inativada/bacterina              | Ec, cepa K99, K88, 987P e F41                      | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Litterguard LT-C®        | Inativada/bacterina              | Ec, K99, K88, 987P e F41                           | Hidróxido de alumínio                         | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Suigen®                  | Inativada/subunidade             | F4ab, F4ac, F5, F6, e LT toxoide                   | Gel de hidróxido de alumínio + Ginseng        | IM  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Serkel Gastro            | Inativada/bacterina              | Ec, cepa K99, K88, 987P e F41                      | Hidróxido de alumínio                         | IM  |



| Doença            | Patógeno                              | Vacina                   | Categoria            | Antígeno                                               | Adjuvante                                    | Via |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|
| Enterotoxemia     | <i>Clostridium perfringens</i> (Cp)   | Porcilis® COLICLOS       | Inativada/subunidade | Toxoide de Cp                                          | Diluvac Forte                                | IM  |
|                   |                                       | Pili Shield™ Porcino + C | Inativada/subunidade | Toxoide de Cp                                          | Hidróxido de alumínio                        | IM  |
|                   |                                       | Litterguard LT-C®        | Inativada/subunidade | Toxoide-β de Cp                                        | Hidróxido de alumínio                        | IM  |
|                   |                                       | Suigen®                  | Inativada/subunidade | Toxoide de Cp tipo C + toxoide de C. novyi tipo B      | Gel de hidróxido de alumínio + Ginseng       | IM  |
|                   |                                       | Serkel Gastro            | Inativada/subunidade | Toxoide β de Cp tipo C e ε de Cp tipo D                | Hidróxido de alumínio                        | IM  |
| Circovirose suína | Circovírus suíno (PCV)                | Circuvent® PCV           | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | Microsol Diluvac Forte®                      | IM  |
|                   |                                       | Circuvent® PCV-M         | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | Microsol Diluvac Forte®                      | IM  |
|                   |                                       | Porcilis® PCV            | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | dl-α-acetato de tocoferol + óleo de parafina | IM  |
|                   |                                       | Porcilis® PCV ID         | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | Óleo de parafina + acetato de dl-α-tocoferol | ID  |
|                   |                                       | Porcilis® PCV M HYO      | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | Óleo mineral + hidróxido de alumínio         | IM  |
|                   |                                       | Ingelvac® CircoFLEX      | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | Carbômero                                    | IM  |
|                   |                                       | Circovac®                | Inativada            | PCV2a                                                  | Óleo de parafina                             | IM  |
|                   |                                       | Fostera® PCV MH          | Inativada/quimera    | PCV1 e 2a                                              | Esqualeno, Pluronic®                         | IM  |
|                   |                                       | Fostera® Gold PCV MH     | Inativada/quimera    | PCV2a e PCV2b                                          | Esqualeno, Pluronic®                         | IM  |
|                   |                                       | Safesui                  | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2b                                           | -                                            | IM  |
|                   |                                       | Pro-Vac Circomaster      | Inativada/subunidade | ORF2 – PCV2a                                           | -                                            | IM  |
| Salmonelose       | <i>Salmonella choleraesuis</i> (Scs)  | Enterisol SC-54          | Atenuada             | Scs                                                    | -                                            | O   |
| Influenza         | <i>Vírus da Influenza Suína</i> (SiV) | Flusure pandemic         | Inativada            | SiV pH1N1                                              | Amphigen®                                    | IM  |
|                   |                                       | Gripork®                 | Inativada            | SiV cepas A (Hsw1N1) OLL, A (Hsw3N2) G e A (Hsw3N2) SH | Oleoso                                       | IM  |
| Rotavirose        | <i>Rotavírus suíno</i> (Rv)           | Porcilis® 2*4*3          | Inativada            | Rv G4 e G5                                             | Diluvac Forte                                | IM  |
|                   |                                       | Serkel Gastro RV         | Inativada            | Rv cepa USO                                            | Hidróxido de alumínio                        | IM  |
| Estreptococose    | <i>Streptococcus suis</i> (Ss)        | Porcilis Strepsuis       | Inativada/bacterina  | Ss, sorotipo 2                                         | Diluvac Forte                                | IM  |

## 24.4. VACINAÇÃO INTRADÉRMICA: REALIDADE E FUTURO

Embora a aplicação de vacinas pela via intradérmica (ID) não seja uma novidade na medicina<sup>5</sup>, é certo que esta via de aplicação ainda não foi explorada na sua plenitude tanto na medicina humana como na medicina veterinária. Independentemente da espécie, a vacinação intradérmica, do ponto de vista do bem-estar animal, contempla todas os requisitos para substituir progressivamente a grande maioria das vacinas administradas pela via intramuscular. Na perspectiva imunológica, a qual abordaremos em detalhes, esta via de aplicação apresenta uma série de vantagens em relação a vacinação intramuscular.

Quando se aplica uma vacina pela via intramuscular cria-se inevitavelmente um ambiente pró-inflamatório de maior ou menor intensidade, dependendo das características da formulação vacinal. Embora seja possível encontrar células dendríticas residentes no músculo esquelético capazes de processar e apresentar antígenos, a quantidade destas células é significativamente menor quando comparado com repertório presente nas mucosas e na pele. Dessa forma, o processo inflamatório é importante para promover o recrutamento de mais células apresentadoras de antígenos (células dendríticas convencionais – DC ou derivadas de monócito – Mo-DC) até o local de depósito da vacina, o que potencializa a captura dos antígenos e a liberação de citocinas ativadoras de células T por parte das DCs.

As células dendríticas são responsáveis por iniciar a resposta imune adaptativa, e fenotipicamente, podem ser caracterizadas em diferentes fenótipos com diferentes funções biológicas. Na pele dos suínos, por exemplo, podemos encontrar 4 subpopulações de DCs: na epiderme encontramos as células de Langerhans (LC), responsáveis por modular respostas tolerogênicas; já na derme, localizam-se 3 subpopulações de DC dérmicas (DDC) capazes de ativar linfócitos. Fenotipicamente estas células são classificadas como CD172a<sup>neg</sup> (similar a DDC CD103<sup>pos</sup> murina), CD163<sup>pos</sup> e CD163<sup>low</sup>. Biologicamente, as DDCs CD172a<sup>neg</sup> e CD163<sup>low</sup> podem apresentar antígenos de forma cruzada<sup>6</sup> que, consequentemente, gera respostas de linfócitos T citotóxicos CD8αβ<sup>+</sup> de alta avides.

Em termos práticos, quando uma vacina é administrada na pele e os antígenos depositados na derme, as DDCs, por já estarem localizadas no sítio de vacinação, iniciam imediatamente o processo de fagocitose. Nesse caso, mesmo que a vacina module um processo pró-inflamatório, o qual é inseparável desta prática, a intensidade é muito menor quando comparada com a via intramuscular, no entanto, suficiente para ativar as DCs residentes. Ainda, por não ser imprescindível o recrutamento de grandes quantidades de Mo-DC, o início a gênese da resposta imune adaptativa no gânglio ocorre, de forma geral, mais rápido quando comparada com a via intramuscular. Por outro lado, a intensidade da resposta de anticorpos é bastante similar quando comparado com a via intramuscular.

As DDCs CD172a<sup>neg</sup> e CD163<sup>low</sup>, após realizarem a internalização e processamento do antígeno vacinal, migram através dos vasos linfáticos eferentes para os gânglios que drenam a região de aplicação da vacina. Esta migração é muito eficiente porque estas duas subpopulações de DCs expressam o receptor para a quimioquina CCL21, já as células CD163<sup>pos</sup> e macrófagos convencionais não apresentam a mesma capacidade.

---

<sup>5</sup> Esta técnica de injeção foi descrita por Mantoux em 1908. Na ocasião, a injeção intradérmica foi utilizada para administrar a tuberculina, antígeno utilizado no diagnóstico cutâneo de tuberculose.

<sup>6</sup> Apresentação de antígenos de forma cruzada consiste na capacidade de algumas subpopulações de DCs de apresentar na sua superfície epitopos derivados do antígeno através das moléculas de MHC-I e MHC-II simultaneamente. Esta característica potencializa a geração de respostas de linfócitos T citotóxicos.

No interior do gânglio, as DCs iniciam o processo de seleção dos linfócitos T helper (auxiliares) (CD4+) que tenham afinidade pelos epítomos carregados nas suas moléculas de MHC-II, promovendo a sua ativação e diferenciação a T helper<sup>7</sup> efetor e de memória. Em paralelo, as DCs selecionam, na mesma região ganglionar, os linfócitos T citotóxicos (CD8αβ<sup>+</sup>) com afinidade pelos epítomos apresentados na sua superfície através das moléculas de MHC-I (sempre que estiver ocorrendo apresentação cruzada de antígenos). Nesse momento, as células T helper 1 secretam citocinas que promovem a ativação e diferenciação dos linfócitos T citotóxicos em células efectoras e de memória (**Figura 1**).

Em paralelo, os antígenos solúveis liberados da formulação vacinal migram até a zona ganglionar formada por linfócitos B (foliculos primários) através da drenagem linfática. Nesta zona, os linfócitos B que expressam receptores específicos (BCR) para o antígeno vacinal são selecionados e sua mitose iniciada por conta das citocinas secretadas pelos linfócitos T helper. Após uma complexa etapa de modificações genéticas dentro do folículo secundário, o linfócito B se diferencia em células B de memória e células efectoras plasmáticas (Figura 1). Estas últimas células secretam anticorpos capazes de reconhecer o microrganismo alvo da vacinação e impedir episódios de doenças através dos seguintes mecanismos biológicos: neutralização do agente infeccioso, ativação da via clássica do sistema do complemento e ou fagocitose.

A vacinação intradérmica além de induzir respostas protetoras sistêmicas, também é capaz de translocar linfócitos T e B efetores para a lâmina própria das mucosas respiratórias e entéricas, promovendo proteção específica nos locais onde as infecções iniciam<sup>8</sup>. Por outro lado, é inquestionável que as respostas mais intensas de mucosa são alcançadas através das imunizações nas mucosas; no entanto, embora este padrão de resposta seja desejável, para a maioria dos patógenos causadores de doenças em suínos, parece não ser imprescindível.

Em relação a composição, as vacinas intradérmicas podem ser formuladas com antígenos recombinantes purificados (subunidades) ou mesmo com patógenos inteiros. Além da unidade antigênica, inclui-se adjuvante e diluente necessário para completar o volume médio de 0.2 mL.

Por consequência do reduzido volume injetável (décima parte de uma vacina convencional), atenuam-se inflamações que resultam em dor, febre, prostração, apatia, etc. Todos estes efeitos são indesejáveis e impactam negativamente no desenvolvimento dos animais, especialmente em fases de transições onde outros fatores estresses estão presentes. Ainda, em razão do amplo painel de patógenos que podem causar doenças nas fases de creche e terminação, a extensão da derme permite a aplicação de inúmeras vacinas simultaneamente, já que a composição desse tecido não muda em relação a sua posição anatômica no suíno.

Também, a vacinação intradérmica converte a prática da vacinação em um processo mais agradável para o vacinador, menos estressante para os animais, e segura para ambos. Hoje, os dispositivos comerciais de vacinação são sem agulha e pressurizados.

---

<sup>7</sup> Dependendo do perfil de citocinas secretadas pelas DDCs os linfócitos T helper serão diferenciados em Th1 ou 2. Estas duas subpopulações de LT secretam painéis diferentes de citocinas as quais são necessárias para ativar respostas de linfócitos T citotóxicos (Th1) e de linfócitos B (Th2).

<sup>8</sup> D É sabido que a via de imunização pode modular a geração de respostas neutralizantes no local inicial (mucosas) de invasão dos microrganismos. Quando estas respostas estão presentes o processo de defesa é mais efetivo. Diversos estudos já demonstraram que imunizações sistêmicas podem gerar respostas de mucosas (anticorpos) promovendo proteção total ou parcial contra desafios experimentais. Quando a vacinação ocorre diretamente sobre as mucosas promove-se respostas mais robustas, com ativação de respostas inatas e adaptativas (incluindo linfócitos T helper CD4<sup>+</sup>, Th17, citotóxicos CD8αβ<sup>+</sup>, IgA e IgG1 secretórias) no sítio de entrada dos microrganismos. Este perfil de resposta pode ser requerido para proteção contra microrganismos que causam infecções crônicas.

Esses sistemas evitam a transmissão horizontal de patógenos sanguíneos (PCV, por exemplo) e diminuem significativamente a formação de abscesso associados a vacinação. Também, evitam a formação de granulomas teciduais, os quais são causas importantes de perdas econômicas para a indústria do suíno.

Por tudo isso, é muito provável que assistiremos nos próximos anos as indústrias de biológicos veterinários redesenhando suas vacinas, e colocando à disposição dos Médicos Veterinários especialistas em suínos, vacinas de aplicação intradérmica.

## 24.5. VACINAS DE RNA: ANTIGA UTOPIA, AGORA UMA REALIDADE COMERCIAL

Vacinas contra microrganismos capazes de alterar sua superfície antigênica por conta de mutações genéticas, como é o caso do vírus da influenza suína (ViS), consiste num desafio preventivo importante. Recentemente, uma plataforma comercial inovadora chamada de Sequivity™ foi lançada nos Estados Unidos com o objetivo de produzir vacinas customizadas contra vírus RNA num tempo realmente impressionante. Esta tecnologia, já em uso comercial, baseia-se na produção de Partículas Imunogênicas contendo RNA codificante de um antígeno protetor presente na cepa viral que esteja circulando na granja. Sem dúvidas, estamos falando do que existe de mais moderno em tecnologia de vacinas autógenas para vírus RNA.

Embora esta plataforma ainda não esteja disponível no Brasil, o procedimento de desenvolvimento da vacina é simples, e não requer o envio de material biológico para o laboratório que produz a vacina, todo o processo é online e sintético. Essa característica aumenta a biossegurança do processo e facilita o desenvolvimento e comercialização deste tipo de vacina entre países, já que não se trata de um vírus replicativo.

Em termos práticos, na presença de um caso de influenza, o Médico Veterinário coleta amostras respiratórias (swab) e envia o material para um laboratório que realiza o sequenciamento genético do vírus. A sequência gênica obtida é enviada eletronicamente para Sequivity™ que realiza sua análise e determina o gene alvo (antígeno protetor). O gene é sintetizado e sinteticamente incluído na plataforma de produção de RNA viral. Logo, o RNA que codificará o antígeno de interesse é purificado na forma de partículas de RNA e a vacina é formulada.

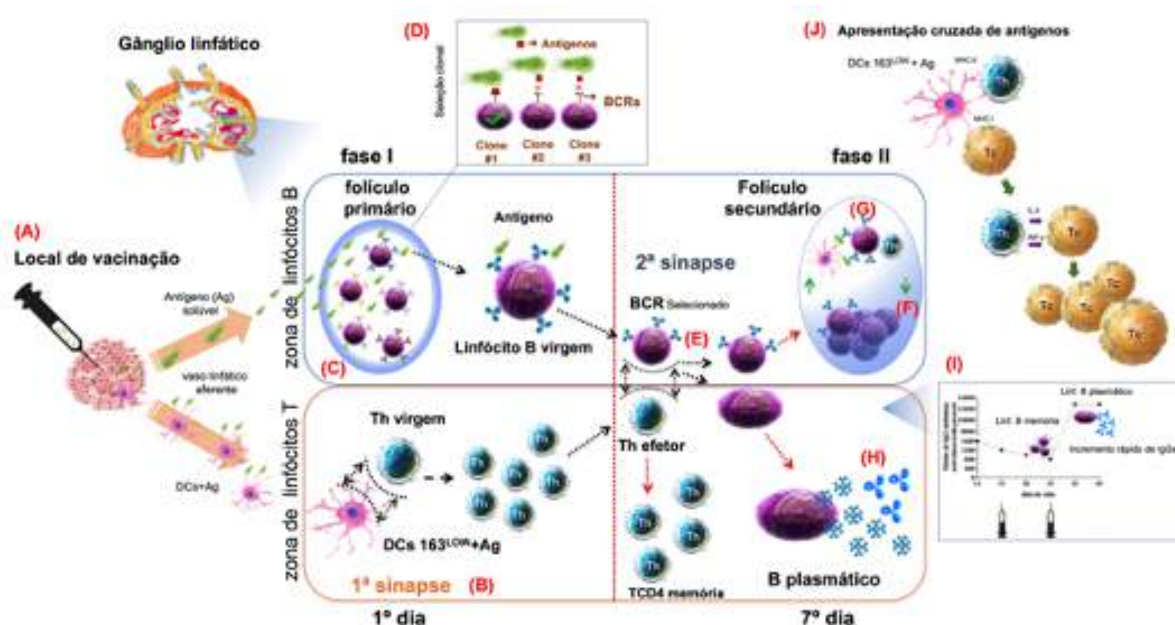
A vacina é administrada pela via intramuscular e as partículas de RNA são internalizadas no citoplasma das células dendríticas (DCs) que migraram até para os gânglios linfáticos. No citoplasma da DCs, o gene de interesse (na forma de RNA) é traduzido em proteína; estas proteínas são produzidas em grandes quantidades e servem de antígenos que induzirão a resposta imune. Os antígenos produzidos são processados e apresentados na superfície da DCs, na forma de epítopos associados as moléculas de MHC-I e MHC-II. Em paralelo, grande parte do antígeno intacto produzido no interior das DC é excretado e drenado para os gânglios linfáticos através dos vasos linfáticos aferentes.

No interior do gânglio, as células dendríticas vão induzir a gênese da reposta imune adaptativa. Ao final do processo, a tecnologia Sequivity™ confere ao animal ampla proteção contra o vírus alvo da vacinação.

A nível de granja, quando o suíno imunizado é desafiado pelo vírus da influenza, as células T e B de memória respondem rapidamente a infecção e produzem respostas imune humorais (secretam anticorpos neutralizantes) e celulares (incrementam o número de linfócitos T citotóxicos circulantes) específicas contra o vírus. Como consequência, os

linfócitos T citotóxicos matam (apoptose) as células respiratórias infectadas pelo vírus da influenza suína e as partículas virais liberadas das células infectadas são neutralizadas pelos anticorpos específicos circulantes.

**Figura 1.** Gênese da resposta imune adaptativa. (A) No local de depósito da vacina (músculo ou derme) as células dendríticas (DCs) fagocitam o antígeno vacinal e migram para a zona dos linfócitos T do gânglio linfático de drenagem regional. Ali, as DCs CD163<sup>LOW</sup> iniciam a apresentação de antígenos (Ag) aos linfócitos Th, promovendo a 1ª sinapse imunológica (B). As células Th se expandem de forma clonal e se diferenciam em células efetoras e de memória. Parte do antígeno vacinal é drenado para dentro do folículo primário de linfócitos B (C), local onde ocorre a seleção clonal dos linfócitos B, os quais produzirão anticorpos contra o antígeno vacinal (D). Os linfócitos B selecionado (com experiência antigênica) migram até a zona de fronteira das regiões de células T e B, onde são estimulados pelos linfócitos Th (E), o que marca a 2ª sinapse imunológica. As células B ativadas entram em expansão clonal e formam o folículo secundário; após inúmeros ciclos de proliferação (F – zona escura) e seleção positiva (G – zona clara: DC folicular carregada com antígenos solúveis + linfócitos B + linfócito Th folicular) linfócitos B de memória e efetores são gerados, este últimos capazes de secretar anticorpos com alta especificidade pelo antígeno vacinal (H). Conforme ilustrado no esquema I, a maioria das vacinas induzem quantidades insignificantes de IgMs 7 dias após a vacinação, por outro lado, as respostas de anticorpos se convertem intensas 5 – 7 dias após a revacinação. Quando vacinas de dose única são utilizadas, todo esse processo ocorre de igual forma, inclusive a evolução temporal é similar. No esquema J está ilustrado a apresentação cruzada de antígeno, uma característica biológica das células dendríticas dérmicas CD172<sup>neg</sup> e CD163<sup>LOW</sup>.



## 24.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atualidade, os conhecimentos cada vez mais refinados sobre imunologia, microbiologia, biologia molecular e biologia estrutural de proteínas, estão permitindo desenvolver vacinas inteligentes, baseadas em antígenos críticos modificados, como é o caso da proteína TbpBY167A, criada a partir do DNA genômico de *Glaesserella parasuis*.

É evidente que a vacinologia do século XXI está baseada em Biotecnologia, a qual fornece ferramentas que nos permite identificar e produzir grandes quantidades de antígenos potencialmente protetores, de forma rápida, contra praticamente qualquer patógeno. Esse é o caminho para alcançar produtos biológicos refinados, funcionais e cada vez mais eficazes contra doenças que afetam a vida e consequentemente a produção de suínos.

As vacinas representam a alternativa mais racional para evitar a apresentação clínica de doenças, e seu uso em substituição aos antimicrobianos precisa ser priorizado na suinocultura. As resistências aos antimicrobianos, como já mencionado, representam um problema de saúde pública global; o qual, forçará os países produtores e exportadores de carne a restringirem o uso destas moléculas, sob pena de terem seus mercados de atuação reduzidos.

Na atualidade, pesquisadores dedicados ao desenvolvimento de vacinas estão buscando, mesmo que pareça utópico para alguns, desenvolver vacinas que sejam capazes de proteger clinicamente suínos de determinadas doenças, e também de prevenir a colonização específica de mucosas; quer dizer, que garantam que animais vacinados não sejam portadores assintomáticos de patógenos que possam ser causa de doença em algum momento do seu ciclo de vida. Neste particular, nosso grupo de pesquisa tem realizado importantes descobrimentos que nos permitem afirmar que isso é possível.

Conforme discutido ao longo do texto, as tecnologias mais avançadas em uso na suinocultura em realidade não são "novas" na sua essência científica, no entanto, estão agora sendo utilizadas a nível de campo. A aplicação de vacinas pela via intradérmica, por todas as vantagens imunológicas já destacadas, começa a sinalizar uma nova tendência no que se refere a administração de antígenos em suínos. Sem dúvidas, está via começará a ser explorada por todas empresas de biológicos que comercializam vacinas para suínos.

Vacinas de DNA e RNA baseadas em vetor biológicos replicativos, ainda são analisadas com bastante cautela pelas agências regulatórias de biológicos. No entanto, são crescentes os exemplos científicos que demonstram que estas vacinas são seguras, baratas (em relação a sua produção), protetoras (inclusive a nível de mucosa) e uma promissora opção contra doenças virais. Exemplo disso, são as vacinas customizadas contra o vírus da influenza suína baseadas em partículas de RNA. Esta última tecnologia nos demonstra o importante papel da ciência como ferramenta a serviço da promoção de saúde animal e produtividade.

Poderíamos finalizar lembrando que ao longo dos últimos 30 anos a Vacinologia avançou de forma espetacular, existindo um potencial científico e tecnológico nunca visto antes para desenvolver vacinas clássicas, de subunidades, de microrganismos recombinantes, de DNA/RNA, eficientes e seguras. Assistiremos ao longo dos próximos anos o lançamento de produtos que revolucionarão a prevenção de doenças que hoje são consideradas o principal "calcanhar de Aquiles" da produção de suínos.

## 24.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIANOV, A.K., DECOLLIBUS, D.P., GILLIS, H.A., KHA, H.H., MARIN, A., PRAUSNITZ, M.R., BABIUK, L.A., TOWNSEND, H., MUTWIRI, G., 2009. Poly[di(carboxylatophenoxy)phosphazene] is a potent adjuvant for intradermal immunization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, 18936-18941.

AURAY, G., KELLER, I., PYTHON, S., GERBER, M., BRUGGMANN, R., RUGGLI, N., SUMMERFIELD, A., 2016. Characterization and Transcriptomic Analysis of Porcine Blood Conventional and Plasmacytoid Dendritic Cells Reveals Striking Species-Specific Differences. *J Immunol* 197, 4791-4806.

BARASUOL, B.M., GUIZZO, J.A., FEGAN, J.E., MARTINEZ-MARTINEZ, S., RODRIGUEZ-FERRI, E.F., GUTIERREZ-MARTIN, C.B., KREUTZ, L.C., SCHRYVERS, A.B., FRANDOLOSO, R., 2017. New insights about functional and cross-reactive properties of antibodies generated against recombinant TbpBs of *Haemophilus parasuis*. *Sci Rep* 7, 10377.

BELYAKOV, I.M., AHLERS, J.D., 2009. What role does the route of immunization play in the generation of protective immunity against mucosal pathogens? *J Immunol* 183, 6883-6892.



CHUAYCHOO, B., KOSITANONT, U., NIYOMTHONG, P., RITTAYAMAI, N., SRISUMA, S., RATTANASAENGLOET, K., WONGSRISAKUNKAEW, W., THONGAM, J., SONGSERM, T., 2019. Comparison of immunogenicity between intradermal and intramuscular injections of repeated annual identical influenza virus strains post-pandemic (2011-2012) in COPD patients. *Hum Vaccin Immunother*, 1-9.

FRANDOLOSO, R., 2019. El sistema inmunitario porcino: del calostro a la inmunidad específica inducida por vacunas. Universidad de León, León.

FRANDOLOSO, R., MARTINEZ, S., RODRIGUEZ-FERRI, E.F., GARCIA-IGLESIAS, M.J., PEREZ-MARTINEZ, C., MARTINEZ-FERNANDEZ, B., GUTIERREZ-MARTIN, C.B., 2011. Development and characterization of protective *Haemophilus parasuis* subunit vaccines based on native proteins with affinity to porcine transferrin and comparison with other subunit and commercial vaccines. *Clinical and vaccine immunology* : CVI 18, 50-58.

FRANDOLOSO, R., MARTINEZ-MARTINEZ, S., CALMETTES, C., FEGAN, J., COSTA, E., CURRAN, D., YU, R.H., GUTIERREZ-MARTIN, C.B., RODRIGUEZ-FERRI, E.F., MORAES, T.F., SCHRYVERS, A.B., 2015. Nonbinding site-directed mutants of transferrin binding protein B exhibit enhanced immunogenicity and protective capabilities. *Infection and immunity* 83, 1030-1038.

GUIZZO, J.A., CHAUDHURI, S., PRIGOL, S.R., YU, R.H., DAZZI, C.C., BALBINOTT, N., FRANDOLOSO, G.P., KREUTZ, L.C., FRANDOLOSO, R., SCHRYVERS, A.B., 2018. The amino acid selected for generating mutant TbpB antigens defective in binding transferrin can compromise the in vivo protective capacity. *Sci Rep* 8, 7372.

HAAN, L., VERWEIJ, W.R., HOLTROP, M., BRANDS, R., VAN SCHARRENBURG, G.J., PALACHE, A.M., AGSTERIBBE, E., WILSCHUT, J., 2001. Nasal or intramuscular immunization of mice with influenza subunit antigen and the B subunit of *Escherichia coli* heat-labile toxin induces IgA- or IgG-mediated protective mucosal immunity. *Vaccine* 19, 2898-2907.

HANSEN, S.G., VIEVILLE, C., WHIZIN, N., COYNE-JOHNSON, L., SIESS, D.C., DRUMMOND, D.D., LEGASSE, A.W., AXTHELM, M.K., OSWALD, K., TRUBEY, C.M., PIATAK, M., JR., LIFSON, J.D., NELSON, J.A., JARVIS, M.A., PICKER, L.J., 2009. Effector memory T cell responses are associated with protection of rhesus monkeys from mucosal simian immunodeficiency virus challenge. *Nat Med* 15, 293-299.

KAUFMAN, D.R., LIU, J., CARVILLE, A., MANSFIELD, K.G., HAVENGA, M.J., GOUDSMIT, J., BAROUCH, D.H., 2008. Trafficking of antigen-specific CD8+ T lymphocytes to mucosal surfaces following intramuscular vaccination. *J Immunol* 181, 4188-4198.

HEALTH, M.A. 2019. Sequivity: RNA particle technology.

LANGLET, C., TAMOUTOUNOUR, S., HENRI, S., LUCHE, H., ARDOUIN, L., GREGOIRE, C., MALISSEN, B., GUILLIAMS, M., 2012. CD64 expression distinguishes monocyte-derived and conventional dendritic cells and reveals their distinct role during intramuscular immunization. *J Immunol* 188, 1751-1760.

LAURENT, P.E., BONNET, S., ALCHAS, P., REGOLINI, P., MIKSZTA, J.A., PETTIS, R., HARVEY, N.G., 2007. Evaluation of the clinical performance of a new intradermal vaccine administration technique and associated delivery system. *Vaccine* 25, 8833-8842.

MARQUET, F., VU MANH, T.P., MAISONNASSE, P., ELHMOUZI-YOUNES, J., URIEN, C., BOUGUYON, E., JOUNEAU, L., BOURGE, M., SIMON, G., EZQUERRA, A., LECARDONNEL, J., BONNEAU, M., DALOD, M., SCHWARTZ-CORNIL, I., BERTHO, N., 2014. Pig skin includes dendritic cell subsets transcriptomically related to human CD1a and CD14 dendritic cells presenting different migrating behaviors and T cell activation capacities. *J Immunol* 193, 5883-5893.

MARSHALL, S., SAHM, L.J., MOORE, A.C., 2016. The success of microneedle-mediated vaccine delivery into skin. *Hum Vaccin Immunother* 12, 2975-2983.

MARTINS, M., JOSHI, L.R., RODRIGUES, F.S., ANZILIERO, D., FRANDOLOSO, R., KUTISH, G.F., ROCK, D.L., WEIBLEN, R., FLORES, E.F., DIEHL, D.G., 2017. Immunogenicity of ORFV-based vectors expressing the rabies virus glycoprotein in livestock species. *Virology* 511, 229-239.

MCEWEN, S.A., COLLIGNON, P.J., 2018. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr* 6.



MORELLO, C.S., YE, M., HUNG, S., KELLEY, L.A., SPECTOR, D.H., 2005. Systemic priming-boosting immunization with a trivalent plasmid DNA and inactivated murine cytomegalovirus (MCMV) vaccine provides long-term protection against viral replication following systemic or mucosal MCMV challenge. *Journal of virology* 79, 159-175.

NETEA, M.G., LATZ, E., MILLS, K.H., O'NEILL, L.A., 2015. Innate immune memory: a paradigm shift in understanding host defense. *Nat Immunol* 16, 675-679.

SUMMERFIELD, A., MEURENS, F., RICKLIN, M.E., 2015. The immunology of the porcine skin and its value as a model for human skin. *Mol Immunol* 66, 14-21.

SUZICH, J.A., GHIM, S.J., PALMER-HILL, F.J., WHITE, W.I., TAMURA, J.K., BELL, J.A., NEWSOME, J.A., JENSON, A.B., SCHLEGEL, R., 1995. Systemic immunization with papillomavirus L1 protein completely prevents the development of viral mucosal papillomas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92, 11553-11557.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



ISBN 978-65-86803-30-3

