

Manejo Ambiental na Avicultura



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 149

Manejo Ambiental na Avicultura

*Julio Cesar Pascale Palhares
Airton Kunz*
Editores

Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - KM 110
89.700-000, Concórdia-SC
Caixa Postal 21
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
<http://www.cnpsa.embrapa.br>
sac@cnpsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: Luizinho Caron
Secretária: Tânia M.B. Celant
Membros: Gerson N. Scheuermann
Jean C.P.V.B. Souza
Helenice Mazzuco
Nelson Morés
Rejane Schaefer
Suplentes: Mônica C. Ledur
Rodrigo S. Nicoloso

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant

Revisão técnica: Cláudio R. de Miranda, Juliano C. Corrêa, Nilse M. Soares, Paulo G. de Abreu, Paulo S. Rosa, Rodrigo da S. Nicoloso e Valéria M. N. Abreu

Revisão gramatical: Jean C.P.V.B. Souza

Normalização bibliográfica: Claudia A. Arrieche

Editoração eletrônica: Vivian Fracasso

Fotos da capa: Julio C. P. Palhares

1ª edição

Versão eletrônica (2011)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Suínos e Aves

Manejo ambiental na avicultura / Julio Cesar Pascale Palhares, Airton Kunz (Editores). - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011.

221p.; 21cm. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245; 149).

1. Avicultura. 2. Manejo. 3. Prevenção ambiental. 4. Conservação ambiental. 5. Recursos naturais. 6. Resíduos. I. Palhares, Julio Cesar Pascale (Ed.). II. Kunz, Airton (Ed.). III. Título. IV. Série.

CDD 636.5

© Embrapa 2011

Autores

Airton Kunz

Químico Industrial, D.Sc. em Química, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, airton@cnpsa.embrapa.br

Eduardo Spillari Viola

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Zootecnia, consultor da QualyFoco Consultoria Ltda, Blumenau, SC, eviola@terra.com.br

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, gustavo@cnpsa.embrapa.br

Helenice Mazzuco

Zootecnista, Ph. D. em Nutrição Animal, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, hmazzuco@cnpsa.embrapa.br

Juliano Corruli Corrêa

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, juliano@cnpa.embrapa.br

Julio Cesar Pascale Palhares

Zootecnista, D.Sc em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, palhares@cnpa.embrapa.br

Karolina Von Zuben Augusto

Zootecnista, D.Sc em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, karol_vza@hotmail.com

Marcelo Miele

Economista, D. Sc. em Agronegócio, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, marcelo@cnpa.embrapa.br

Teresa Herr Viola

Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Zootecnia, Consultora independente, Blumenau, SC, teresaviola@terra.com.br

Valdir Silveira de Avila

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, vavila@cnpa.embrapa.br

Virginia Santiago Silva

Médica Veterinária, D. Sc. em Epidemiologia Experimental Aplicada as Zoonoses, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, vica@cnpa.embrapa.br

Apresentação

A produção animal mundial está passando por um profundo processo de mudança. Os estudiosos denominam este momento como a “Revolução da Produção Animal”. Esse processo é marcado pelo aumento da escala produtiva; migração das produções para países e/ou regiões com menor tradição neste tipo de atividade, mas que dispõem de mão de obra, alimento para os animais e recursos naturais em abundância; maior influência das agroindústrias no setor, através da verticalização das produções; avanços genéticos, nutricionais e tecnológicos que proporcionam elevados índices produtivos.

Outros conceitos também devem ser considerados no cotidiano das cadeias pecuárias como o de segurança dos alimentos; bem estar dos animais; tecnologias de tratamento dos resíduos das produções; criações e produtos livres de antibióticos; rastreabilidade, certificação; avaliação e mitigação dos impactos ambientais; condições de trabalho e do trabalhador.

Qualquer atividade pecuária que queira ter competitividade e índices de crescimento constantes terá que desenvolver-se considerando todos estes aspectos. Não é mais possível produzir animais com uma visão estritamente produtivista, pois o consumidor quer consumir carnes, ovos, leite, lã, mel, etc. em quantidade suficiente para saciar suas de-

mandas alimentares, mas com padrões de qualidade elevados a fim de suprir suas demandas sociais, ambientais e culturais.

A cadeia produtiva de aves, principalmente a de frangos de corte, é talvez o maior exemplo de todas as mudanças que ocorreram ao longo dos anos e fizeram com que a produção de proteína animal brasileira atingisse os níveis de excelência verificados no presente. Certamente, por estar adiantada neste processo, frente a outras cadeias pecuárias, e ter como característica um elevado nível de organização e controle, deve ser uma das primeiras cadeias produtivas a internalizar os novos conceitos em suas rotinas, pois sabe que somente assim poderá manter os seus índices de crescimento.

Ambientalmente, o desafio da avicultura nacional é grande, pois: o número de propriedades que possuem um programa de manejo ambiental é insignificante; poucos Estados possuem lei de licenciamento específica para atividade; há carência de profissionais especializados em manejo ambiental de atividades avícolas; o nível de educação formal da grande maioria dos avicultores é muito baixo, o que dificulta a transferência de conhecimentos e tecnologias ambientais; a disponibilidade de conhecimento técnico e científico que tenha como foco o manejo ambiental da produção de aves é reduzido no país, fato que influencia a tomada de decisão, a elaboração de legislações e aumenta a intensidade dos conflitos.

Analisando-se a literatura internacional, observa-se que muitos países já possuem um histórico em manejo ambiental da avicultura. Não se deve incorrer em um erro comum aos países em desenvolvimento que é a simples migração dos conhecimentos e tecnologias de outros países. Deve-se aprender com estes, mas, ao mesmo tempo, gerar conhecimentos considerando a realidade produtiva, econômica, social, ambiental e cultural do Brasil.

A melhor condição ambiental da produção dos outros países não lhes assegurou a ausência de conflitos entre a sociedade e a produção. Muito menos lhes conferiu uma produção sustentável. Isso atesta o fato que, mesmo diante de uma condição tecnológica e econômica melhor, o desafio é grande e altamente dependente da mobilização da cadeia produtiva e da sociedade.

As principais ações que devem ser conduzidas e que provocarão a evolução ambiental da avicultura são:

- Utilizar estratégias nutricionais que possuam benefícios ambientais, reduzindo o volume e o potencial poluidor dos resíduos, principalmente quanto à excreção de nitrogênio, fósforo e metais.
- Implementar sistemas de tratamento dos resíduos, principalmente em territórios e bacias hidrográficas de elevada lotação de unidades animais.
- Utilizar práticas de manejo que diminuam a emissão de odores, poeiras e barulhos.
- Inserir o conceito de Plano de Manejo de Nutrientes para propriedade e no uso dos resíduos da produção como fertilizante, tendo-se como elementos de referencia o nitrogênio e o fósforo (para área de alta vulnerabilidade ambiental).
- Capacitar técnicos e produtores em manejo ambiental disponibilizando programas constantes.
- Documentar todas as informações sobre o manejo ambiental da propriedade e dos resíduos.
- Desenvolver indicadores a fim de caracterizar o desempenho ambiental da atividade.
- Internalizar o conceito de boas práticas ambientais de produção;
- Elaborar e implementar programas de zoneamento econômico-ecológico, principalmente, nas áreas caracterizadas pela alta concentração de unidades animais e para os territórios a serem ocupados.
- Dispor de leis de licenciamento da atividade nos principais Estados produtores e viabilizar a atuação dos órgãos de fiscalização federais, estaduais e municipais.
- Conhecer o custo econômico das adequações ambientais e inserir o custo ambiental no custo de produção e no valor de remuneração aos produtores.

- Viabilizar formas de agregação de valor aos resíduos e pagamento pelos serviços ambientais prestados pelos avicultores.
- Desenvolver estudos que estabeleçam a relação entre a produção e sua condição ambiental e a saúde humana e do trabalhador.

Julio Cesar Pascale Palhares

Pesquisador

Sumário

Apresentação.....	5
--------------------------	----------

Capítulo 1

Impacto ambiental da produção de frangos de corte – revisão do cenário brasileiro.....	11
--	----

Capítulo 2

Água na avicultura: importância qualidade e exigências.....	35
---	----

Capítulo 3

A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos..	125
---	-----

Capítulo 4

Tratamento de dejetos de aves poedeiras comerciais.....	153
---	-----

Capítulo 5

Métodos e segurança sanitária na reutilização de cama de aviários...	175
--	-----

Capítulo 6

Questões legais e voluntárias no manejo ambiental na avicultura.....	201
--	-----

Capítulo 1

IMPACTO AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE – REVISÃO DO CENÁRIO BRASILEIRO

Julio Cesar Pascale Palhares

Legislação ambiental

Qualquer viabilização ambiental de uma cadeia produtiva deve ter como um dos principais referenciais a legislação ambiental.

O licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental autoriza a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. As licenças são exigidas para empreendimentos e atividades que se enquadrem em pelo menos um dos dois requisitos: utilizam recursos ambientais e/ou são capazes de causar degradação ambiental.

Portanto, a avicultura é uma atividade passível de licenciamento, pois se enquadra nos dois requisitos, utiliza os recursos ambientais, água e solo e, principalmente, pode causar degradação ambiental pela emissão de gases, odores e poeiras; no uso incorreto das camas e estercos como adubo; no lançamento de efluentes em corpos d'água; na incorreta disposição das carcaças de animais mortos.

A legalização ambiental da unidade propriedade avícola vai além da obtenção da licença para atividade. Atualmente, além desta licença, o produtor terá que cumprir o Código Florestal, as exigências constantes na Política Nacional de Recursos Hídricos e, para os Estados que possuem, o Código Sanitário. Somam-se a estas leis, todas as Portarias, Instruções Normativas, Resoluções, etc. promulgadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Observa-se que viabilizar legalmente a atividade avícola é tarefa de alta complexidade, demandando profundo conhecimento técnico e legal.

O conceito de impacto ambiental é um bom exemplo do nível de desconhecimento técnico e legal que profissionais, produtores e sociedade em geral têm deste conceito, o que traz como consequência a dificuldade em se adequar a qualquer atividade.

O entendimento vigente é que avaliar o impacto ambiental resume-se a avaliar os impactos que a atividade pode causar na água, no solo e no ar, ou seja, nos recursos naturais que mais demandam preocupação por parte dos atores sociais.

A Resolução CONAMA 01 de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Nota-se que impacto ambiental é algo bem mais amplo, considerando inclusive a qualidade ambiental e de vida das populações. Com isto, quando se pensa na relação avicultura e meio ambiente, não se deve apenas pensar no manejo dos resíduos gerados por esta atividade, pois pode-se manejá-los de forma eficaz e eficiente, mas o impacto ambiental que ainda existir. Um grande exemplo é à disposição dos resíduos no solo. Esta é a forma de aproveitamento dos resíduos ou seus subprodutos, mas a simples disposição pode ser altamente impactante se ela não for feita de acordo com os critérios agrônomicos.

A história ensina que sem a legislação ambiental e a boa estruturação dos órgãos fiscalizadores, dificilmente se conseguirá avançar muito na melhoria das condições ambientais das áreas de produção. Deve-se entender que a existência de leis não é uma forma de limitar a produção

ou encarecê-la, mas sim de perpetuá-la no tempo. Legislações ambientais também são um condicionante para o atingimento do desenvolvimento sustentável.

Como a produção pode impactar o ambiente

A produção de aves pode impactar o meio ambiente de diversas maneiras. A Tabela 1 pode ser utilizada como referência na elaboração da avaliação de impacto ambiental para a propriedade avícola.

Água

A água é o recurso natural que desperta a maior preocupação pela sociedade, principalmente, pela certeza que sem esta a vida se inviabiliza. Como toda criação pecuária, a avicultura é muito dependente da água, tanto para dessedentação dos animais como para higienização dos galpões, entre outros. Portanto, no planejamento da atividade avícola, deve-se ter ciência da importância do recurso para atividade e os cuidados quanto ao seu gerenciamento, para que este não se torne limitante quantitativo e qualitativo, e motivo de conflitos com a comunidade.

A avicultura pode impactar a água de diversas maneiras, estas compreendem desde o incorreto dimensionamento ou manejo dos bebedouros resultando em gastos excessivos do recurso, até a aplicação dos resíduos no solo com potenciais riscos de poluição e contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

Os impactos quantitativos estão relacionados ao manejo hídrico no interior das granjas, então bebedouros, mangueiras e torneiras com vazamentos; manejos de lavagem com equipamentos inadequados; mau dimensionamento dos galpões e uso incorreto dos sistemas de climatização demandam maior uso de água, principalmente em épocas de calor; rações mal balanceadas com excesso de sais, por exemplo, aumentarão o consumo de água pelos animais. Todos estes fatores

impactam o recurso em sua disponibilidade, este impacto poderá ser de magnitude maior se as fontes hídricas da propriedade forem escassas.

As formas de impacto quantitativo são mais fáceis de serem mitigadas que as qualitativas, muitas vezes, pela simples mudança de hábito os problemas poderão ser resolvidos ou por investimentos reduzidos, como a manutenção e regulação dos bebedouros, se obtém grandes resultados.

Os impactos qualitativos irão, muitas vezes, serem percebidos pela sociedade e não pelo avicultor. A forma de impacto qualitativo de maior risco da avicultura aos recursos hídricos é a incorreta disposição dos resíduos como fertilizante sem critérios técnicos.

Dos elementos presentes nos resíduos, os que inserem maiores riscos para as águas são o nitrogênio e o fósforo. No caso do nitrogênio, o nitrato é uma das formas disponíveis de absorção para plantas e também é a forma de maior mobilidade no solo, e por ser ânion está sujeito a lixiviação, podendo alcançar lençóis freáticos próximos a superfície. Pela legislação brasileira, águas superficiais com concentrações de nitrato acima de 10 mg/L podem apresentar toxidez para os humanos e animais. Já existem muitos relatos, ao redor do planeta, de regiões contaminadas por altos níveis de nitrato, sendo que estas apresentam como característica o uso abusivo e sem critérios técnicos de fertilizantes orgânicos e minerais.

O fósforo é o principal responsável pelo processo denominado de eutrofização dos corpos d'água. Neste processo, o excesso de nutrientes irá causar propagação excessiva das algas e outras plantas aquáticas. Quando estas morrem, inicia-se o processo de degradação da matéria orgânica e consequente redução dos níveis de oxigênio dissolvido, ocasionando a morte da fauna aquática aeróbia.

A mobilidade apresentada pelo nitrato, não é característica do fósforo, sendo que os processos que mais facilitam sua chegada às águas são a erosão e o escoamento superficial. O fosfato ligado de forma covalente às partículas coloidais do solo está indisponível para os organismos, mas pode se tornar disponível quando chega a corpos d'água pelo processo erosivo, sendo que somente pequena parte deste fosfato estará disponível para utilização pelas algas.

O uso incorreto dos resíduos como fertilizante ou o descarte destes nos corpos d'água também poderá levar outros elementos que irão deteriorar a qualidade das águas. Metais como o níquel, magnésio, chumbo, cromo, zinco, cobre, ferro e mercúrio, utilizados na formulação das dietas a fim de atender as exigências dos animais, estão presentes nas fezes. Estes possuem efeito cumulativo quando absorvidos por outros seres vivos, limitando a disponibilidade de peixes para o consumo humano.

Solo

Estudos relacionados ao impacto ambiental da avicultura nos solos ainda são muito escassos por falta de sensibilização para a importância destes. No passado, os corpos d'água eram os grandes receptores dos resíduos devido ao seu poder de conduzi-los para áreas distantes. Com o advento de legislações relacionadas aos recursos hídricos e aumento da consciência dos cidadãos para com estes, descartar resíduos na água se tornou ato de alto risco.

Alteraram-se os hábitos culturais e os solos começaram a ser os grandes receptores de resíduos, podendo haver dois caminhos quanto a disposição. Caso seja feita de acordo com o critérios técnicos poderão trazer benefícios agrônômicos, sociais, ambientais e econômicos; no entanto se forem realizados de forma inadequada, as consequências do meio aparecerão a médio e longo prazo na escala de tempo, dependendo do tipo de solo, do seu manejo e conservação em razão do sistema de produção agrícola, preservação das matas ciliares, entre outros fa-

tores. As mudanças ocorridas nas águas, quando estas estão poluídas, como o odor intenso e a cor desagradável, não são tão perceptíveis nos solos o que dificulta a sensibilização para conservação deste recurso natural.

A forma mais comum de poluição e contaminação dos solos em regiões avícolas está relacionada ao uso abusivo dos resíduos como fertilizantes. Deve-se destacar que estas formas de degradação têm sua origem em fontes de poluição difusa, o que torna o processo de recuperação dos solos e as ações mitigatórias mais complexas e com maior custo.

Os impactos mais comuns são o excesso de minerais nos solos, condição que altera a microbiota e a produtividade das culturas, sendo esta última muitas vezes imperceptível pelos agricultores em razão do desbalanço nutricional pela planta. Em regiões onde a aplicação dos resíduos avícolas é histórica, detectam-se altas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, ressaltando que parte desta condição pode ser fruto do uso incorreto de fertilizantes minerais, também. Os sais presentes nos resíduos têm como fonte a água de dessedentação dos animais e as dietas, portanto, manejos hídricos e nutricionais bem conduzidos proporcionarão maior segurança ambiental no uso dos resíduos como adubo. Vale lembrar que o sódio demanda maior preocupação, pois em altas concentrações poderá alterar a estrutura do solo, bem como ser tóxico às plantas.

A questão não é proibir o uso dos resíduos como fertilizantes, mas fazê-lo da forma correta para que não seja sinônimo de impacto ambiental. Quatro pontos devem ser considerados no uso correto dos resíduos: o balanço de nutrientes, as condições climáticas, a época de aplicação e o conhecimento da área e ser manejada. Considerando-se estes quatro pontos, a prática conferirá a melhoria da estrutura do solo e o correto aporte de nutrientes para as culturas vegetais.

O mau uso dos resíduos também pode ter como impacto o desencadeamento de processos erosivos e a compactação do solo. Sempre que possível, a aplicação dos resíduos não deve ocorrer de forma superficial, devendo estes ser incorporados ao solo, principalmente no sistema de produção de pastagem, onde esta prática agrícola é obrigatória de acordo com a Instrução Normativa Nº 25 do MAPA. Este manejo reduzirá o impacto da emissão de odores e gases e o risco de contaminação dos recursos hídricos.

Como os estudos são escassos, também não se tem bons indicativos de qual é o impacto dos resíduos na microbiota dos solos. O uso de promotores de crescimento, como os antibióticos, é prática comum na avicultura de corte, mas o impacto que estes podem causar nos micro-organismos do solo ainda é área do conhecimento a ser explorada.

Ar

As produções de gases pela atividade agrícola são classificadas como fontes estacionárias de emissão, ou seja, aquelas originadas de local específico. As emissões de poeiras, odores, amônia e os gases do efeito estufa (GEE) são as que têm causado maiores conflitos nas regiões produtoras. Estes problemas são mais intensos em zonas de produção muito próximas a áreas urbanas, eventos climáticos inesperados e manejos incorretos (amontoamento da cama de frango de forma imprópria, distribuição da cama no solo em condições climáticas adversas e com maquinários inapropriados, entre outros).

Avaliar o impacto dos odores originados das criações de aves no ambiente e na saúde da população é um processo complexo, pois:

- Os impactos psicológicos e fisiológicos não são necessariamente independentes.
- Os resíduos produzidos podem emitir até 160 diferentes tipos de odores, sendo que os animais e os humanos podem ter respostas diferentes quando expostos a estes.

- A proporção e contribuição de cada fonte primária na emissão dos odores (galpões, sistemas de armazenamento e tratamento e uso dos resíduos como fertilizante) não são totalmente conhecidas. Pesquisas devem ser conduzidas para esclarecer a contribuição de cada uma destas fontes.
- A intensidade e grau de ofensividade aos odores são diferentes para cada pessoa.
- A combinação de diferentes odores pode ter efeitos negativos ou positivos no grau de ofensividade e estas relações não estão bem definidas.

Qualquer ação mitigatória para emissão dos odores deve ter como foco a redução do incômodo a comunidade, minimizando a frequência, duração e ofensividade destes.

Mukhtar et al. (2004), concluem que a intensidade e duração dos odores emitidos pela cama de aviário irão depender das condições climáticas (temperatura, umidade, velocidade e direção do vento e intensidade de radiação solar). Outros parâmetros como a umidade da cama, as condições de armazenamento e transporte do resíduo, as condições do solo que receberá o resíduo como fertilizante e a existência de barreiras físicas (vegetação) ao redor da área adubada também contribuem na emissão de gases, odores e poeiras.

A poeira emitida pela criação de frangos é composta por partículas de várias formas e tamanhos de origem orgânica e inorgânica. A fração orgânica é composta por emissões das fezes, urina, rações, fungos, bactérias e endotoxinas e representa de 70 a 90% da poeira no interior do galpão. A fração inorgânica é composta por aerossóis. As poeiras podem atuar como condutoras de odores. A Organização Mundial da Saúde determina que a concentração total de poeira não deve exceder 10 mg/m^3 e da parte respirável, menor que 10 microns de tamanho, 5 mg/m^3 . Isso justifica a importância da utilização de máscaras no interior das instalações. No Canadá, às concentrações de poeiras inaláveis no interior dos galpões variam de 0,02 a 81 mg/m^3 e das respiráveis entre 0,01 a $6,5 \text{ mg/m}^3$ (ALBERTA AGRICULTURE, FOOD AND RURAL DEVELOPMENT,

2003). Os fatores que afetam a concentração de poeiras no interior dos galpões são: o tipo de animal e o nível de atividade deste, o material de cama utilizado, o estado sanitário da instalação, temperatura e umidade relativa, sistema de ventilação e seu uso, densidade animal e o tipo de alimentação.

O relatório nacional de emissões atmosféricas realizado na Grã-Bretanha estimou que as instalações de aves de corte são responsáveis por 30% das emissões de poeira fina do país, mas que estas emissões não comprometem os padrões de qualidade do ar a serem atingidos.

Desde 1995, há nos EUA a legislação que tem como função principal promover a qualidade do ar através de padrões (Clean Air Act), sendo que inserida a esta há tópicos relacionados a criações animais determinando iniciativas que estas devem ter para diminuir suas emissões. No Brasil, os estudos relacionados à qualidade do ar e produção de aves se limitam a algumas iniciativas relacionadas à saúde dos animais.

O íon amônio contido no esterco é convertido a amônia, sob condições de pH e umidade, sendo convertido em amônia, a qual difunde-se do esterco para atmosfera, propiciando elevados níveis deste elemento no interior do galpão e no ar. O excesso de amônia no ambiente tem vários efeitos negativos como queda no ganho de peso; irritabilidade dos animais; exposição dos animais a outras doenças; efeitos na saúde do trabalhador. A concentração limitante para aves é de 20 ppm, mas a partir de 10 ppm já se evidencia deterioração dos cílios do epitélio traqueal das aves. Por exemplo, exposições a concentrações de 75 ppm por três semanas consecutivas irão causar ulcerações no globo ocular, o que limita a alimentação e dessedentação dos animais, diminuindo o ganho de peso; altera o comportamento, com aumento do estresse e; pode levar ao aumento da mortalidade. As perdas de amônia no interior do galpão são dependentes do manejo dos dejetos, do sistema de ventilação e da quantidade de cama sobre o piso.

Ações que podem ser implementadas a fim de diminuir a emissão de amônia são alterações no manejo nutricional, elevação da taxa de biodegradação dos resíduos, utilização de oxidantes, compostagem, uso de condicionadores para redução da amônia e redução da umidade dos resíduos.

População de moscas

As moscas são incômodos não só para os produtores e sua família, bem como para a vizinhança circundante às produções. Quando estes insetos excedem o nível aceitável, medidas devem ser tomadas para controlar a população, evitando-se incômodos e processos judiciais. Destaca-se que o controle de moscas deve ocorrer de forma permanente, fazendo parte do manejo cotidiano da granja o que possibilitará maior sanidade do plantel e saúde humana e ambiental.

Medidas para o controle das moscas podem ser restritivas, incluindo a diminuição do número de cabeças animais, mas observa-se que mudanças no manejo podem ser muito eficientes no controle. Estas mudanças incluem: alterações no sistema de limpeza dos galpões, principalmente no modo de amontoamento da cama de frango e utilização da cama como fertilizante, destacando a forma de armazenamento e aplicação no solo.

Outra medida de importância fundamental no controle de moscas está relacionada com o teor de umidade dos resíduos. Quanto maior a umidade, mais propício o resíduo estará para a reprodução das moscas. Fêmeas de moscas, normalmente não põem ovos em esterco com menos de 70% de umidade. Larvas não se desenvolvem bem em esterco com menos de 65% de umidade e o melhor nível de umidade para a pupa é de 40%. Assim, medidas relacionadas a instalação e utilização correta dos bebedouros, higienização dos galpões e dimensionamento correto das edificações propiciarão resíduos com baixos índices de umidade.

O manejo apropriado de esterco é planejado para prevenir a reprodução de moscas. Quando o esterco seca rapidamente, ou quando é liquefeito imediatamente após sua disposição em calhas com água, não produz moscas.

Os indicativos de problemas com moscas são: ausência de drenagem no terreno da propriedade, ventilação deficiente nos galpões, problemas nutricionais (excesso de sal), ausência de manejo climático do galpão, uso abusivo da água e falhas nos equipamentos.

Não se deve esquecer que a presença de moscas é um sinal de desequilíbrio na granja e possibilidade de problemas mais complexos, como diminuição da performance e produção de ovos e aumento da conversão alimentar.

Biodiversidade

Existem poucos trabalhos estabelecendo os impactos que a avicultura pode causar na biodiversidade. No Brasil, estes trabalhos são fundamentais, principalmente, devido à produção avícola nas regiões do Centro-Oeste, Nordeste e Norte que compreendem biomas frágeis (Cerrado e Floresta Amazônica) e de rica biodiversidade. Nessas regiões a avicultura pode impactar a biodiversidade, pois flora e fauna serão retiradas para a instalação das granjas. Em regiões já totalmente colonizadas estes impactos serão reduzidos.

Um impacto muito comum na biodiversidade é a retirada da mata ciliar, a qual contém flora e fauna típicas de cada bioma. Além deste impacto na biodiversidade, a retirada da ciliar irá causar grandes impactos nos corpos d'água superficiais, pelo carreamento de partículas de solo para estes. Assim, é de grande importância recuperar e preservar estas matas.

A biodiversidade também pode ser impactada através do contato das águas e solos com resíduos avícolas que contenham resíduos de antibióticos em suas constituições. Esses alterarão a microbiota do solo e das águas, impactando a biodiversidade e também podendo desenvolver resistência para alguns micro-organismos de interesse em saúde animal e humana.

Paisagem de entorno

O impacto ambiental que a avicultura proporciona na paisagem está relacionado a construção dos galpões e a área de biosseguridade que deverá ser obedecida. Este impacto tem estreita relação com o desenvolvimento de atividades de turismo rural e que apresentam como limitante a presença da avicultura.

Situações como esta são comuns. Cita-se como exemplo as regiões do Oeste e Meio Catarinense, as quais apresentam diversos atrativos naturais, mas que muitas vezes não podem ser explorados devido a presença da avicultura e da produção animal como um todo. Deve-se entender que não se trata simplesmente da presença física, mas de como esta atividade produtiva se relaciona com o meio ambiente e faz o manejo de seus resíduos, o que vai propiciar o impacto na paisagem.

Na prática, pode-se citar a ocorrência da aplicação de resíduos ao solo em um dia de ventos intensos, isso irá disseminar odores que impactariam a paisagem ou a elevada concentração de galpões de criação em área restrita, causando incômodos visuais.

Condições de saúde da população

Os impactos que os resíduos avícolas podem causar na água, ar e solos, além de impactarem o meio ambiente, podem acometer a saúde humana. Mas estudos que mostram esta relação de forma direta ainda são muito escassos. Destaca-se que essa relação é difícil de ser estabelecida, pois as doenças que acometem as aves e podem aco-

ter os humanos têm diversas origens como outros animais e esgotos domésticos urbanos e rurais. Testar e rastrear as diversas origens é a única forma de se estabelecer essa relação. Para que este impacto seja conhecido e monitorado, pesquisas devem ser desenvolvidas onde haja o envolvimento de profissionais agropecuários, ambientais e de saúde.

Sabe-se que altas concentrações de nitratos nas águas ou amônia na atmosfera, irão prejudicar a saúde de trabalhadores e população. Mas, os problemas de saúde que estão ocorrendo nas regiões de produção estão relacionados a estes elementos.

Existe vasta flora de micro-organismos presentes nos resíduos avícolas, incluindo bactérias, vírus, protozoários e parasitas. Pode-se dizer que a viabilidade dos micro-organismos oriundos da produção avícola é baixa quando expostos as condições ambientais, mas existe carência de pesquisas a fim de fortalecer essa afirmação. O tempo de vida dos micro-organismos nessas condições seria reduzido devido há multiplicidade de fatores como a umidade, toxidez por oxigênio e radiação ultravioleta.

A maioria dos micro-organismos são específicos das aves, mas sob certas circunstâncias podem causar doenças em humanos e outros animais. A rota de transmissão para os humanos é a feco-oral (ingestão de resíduos ou consumo de alimentos e/ou águas que tiveram contato com estes). A rota de principal preocupação é a hídrica através do consumo direto, atividades de lazer e falta de higiene.

Estudos demonstrando a relação da saúde humana com as emissões presentes nos galpões de frangos são reduzidos e muitos resultados são inconclusivos. As doenças respiratórias são as que têm despertado as maiores preocupações entre os profissionais da saúde e os trabalhadores, citam-se casos de bronquites, asma, irritações das mucosas e síndrome da poeira tóxica. Os sintomas mais comuns entre os trabalhadores expostos às emissões dos galpões são a tosse intensa, excesso e presença de escorrimento das narinas, ressecamento da garganta e lacrimejamento dos olhos. Na Tabela 2, verifica-se a relação da concen-

tração dos gases com seus efeitos na saúde humana.

Condições sanitárias do lote

O manejo incorreto dos resíduos e dos recursos naturais poderá ter diversos resultados que incidirão na sanidade dos animais.

Bordin (2006), define que a biosseguridade tem por objetivo minimizar as possibilidades de entrada de agentes infecciosos em rebanhos através de ações profiláticas que, em geral, são de simples implementação. Dentre as ações indicadas pelo autor, que devem constar em programa de biosseguridade, destacam-se aquelas com relação direta ao manejo ambiental: dispor de fontes adequadas de alimentos, água e ar; uso adequado de antibiótico sob supervisão e prescrição veterinária; instalação de sistema de compostagem para detritos e animais mortos; instalar sistema adequado de controle de moscas e roedores e; manejar corretamente os resíduos.

O manejo de biosseguridade deve ter como um dos seus objetivos fornecer água de qualidade aos animais. Isso também proporcionará maior proteção das fontes hídricas e menor consumo do recurso água. Tudo isto proporcionará saúde ao rebanho e ao ambiente.

Outro exemplo de mau manejo de resíduos e redução das condições sanitárias é a elevada concentração de amônia que pode ocorrer no interior dos galpões. Este gás pode refletir diretamente nos índices zootécnicos do lote. Quando presente em altas concentrações pode causar a morte de animais.

Portanto, o planejamento ambiental da granja também terá reflexos no planejamento sanitário, tornando este mais fácil e menos custoso.

Custo de vida da população

Recursos naturais comprometidos significam maiores custos para que estes sejam utilizados. Se a captação de água da propriedade é feita em rio ou poço que estão com altos teores de nitrato, estes terão que serem retirados antes da água ser consumida pelos humanos e animais. Neste caso específico, a retirada de nitrato da água é um processo de tratamento de altíssimo custo, que vai certamente impactar o custo de vida das famílias.

Existem diversos exemplos de comprometimento dos recursos naturais com reflexos no custo de vida das pessoas. Estes exemplos são mais comuns de serem observados nos países desenvolvidos onde a escassez de alguns recursos é problemática, tornando muito oneroso sua utilização.

Custo de produção da criação

A avicultura é dependente de energia, assim o mau uso deste recurso, irá aumentar os custos de produção da criação, bem como consumir energia desnecessária para manutenção dos padrões ideais. Consumo desnecessário significa depauperação de recursos naturais, sejam eles hídricos, na forma de gás ou lenha.

Considerando o uso da água, pela legislação brasileira de recursos hídricos, a água é entendida como insumo produtivo, e como tal é passível de cobrança. A mesma lei determina que toda água pertence aos estados e federações. Para utiliza-la é necessário dispor de outorga. A partir da promulgação desta lei, todos os avicultores deverão pagar pela água que utilizam, isso irá reverter no custo de produção, e quanto pior o uso da água, maior será este custo.

Tabela 1. Potenciais impactos ambientais negativos causados pela produção de aves

Impacto	Águas superficiais e subterrâneas	Solo
Como Impacta	- consumo abusivo; - poluição/contaminação por elementos; - poluição/contaminação por micro-organismos; - alterações na biodiversidade planctônica e piscícola das águas superficiais.	- poluição/contaminação por elementos; - poluição/contaminação por micro-organismos; - alterações na biodiversidade do solo; - alterações na estrutura física do solo.
Consequências do Impacto	- escassez hídrica e aumento da competitividade pelo recurso; - depreciação das condições físicas e químicas das águas; - águas caracterizadas como veículos de doenças humanas e animais; - perda da biodiversidade aquática.	- perda da capacidade agrícola dos solos (salinização, desertificação, etc.); - depreciação do recurso natural como suporte para flora; - impedimento do uso do solo para agricultura e/ou aumento do custo de preparo do solo.
Ações Mitigatórias	- correções nos sistemas hidráulicos, nas instalações e no uso do recurso para higienização; - correto tratamento dos efluentes e disposição dos resíduos no solo como fertilizantes; - mudança nos hábitos de manejo hídrico e de resíduos; - utilização de tecnologias nutricionais a fim de diminuir a excreção de elementos.	- utilização dos resíduos animais como fertilizantes de forma correta, pautando-se pelo princípio do balanço de nutrientes e de capacidade de suporte dos solos; - utilização de tecnologias nutricionais a fim de diminuir a excreção de elementos; - racionalização do uso de medicamentos e promotores de crescimento de acordo com as recomendações técnicas; - não utilizar o resíduo como adubo quando as condições do solo não forem propícias (alta umidade); - manter distâncias sanitárias e barreiras físicas (vegetação) ao redor das áreas receptoras de adubo.
Impacto Social	- alto, nas condições de saúde da população, nos usos múltiplos da água e na fauna e flora aquáticas. - médio, na geração de empregos na área de turismo rural.	- alto, na disponibilidade de terras para o cultivo e fixação do homem no campo.
Impacto Econômico	- alto, no gasto com tratamento público/privado da águas para abastecimento, nos gastos com saúde pública e no tratamento de efluentes; - médio, na utilização de regiões de produção para o turismo rural.	- alto, na inviabilização dos solos para o plantio de culturas e geração de renda e divisa.

Impacto	Ar	Clima
Como Impacta	- emissão de odores, gases (dióxido e monóxido de carbono, metano, gás sulfídrico, amônia, entre outros) e partículas de poeira.	- emissão de gases estufa (dióxido e monóxido de carbono, metano, óxido nitroso).
Consequências do Impacto	- nos animais, queda dos índices zootécnicos, estresse, aumento da mortalidade e exposição dos animais a outras doenças; - nos humanos, aumento da frequência respiratória, asfixia, irritabilidade das mucosas, membranas e olhos, náuseas, depressão do sistema nervoso e morte.	- aquecimento global e suas consequências.
Ações Mitigatórias	- no transporte e distribuição dos resíduos nas lavouras avaliar se todas as condições são propícias para isso; - correto manejo dos resíduos, no interior e exterior das instalações; - aproveitamento dos resíduos como adubo de forma menos impactante (incorporação no solo quando possível); - correto manejo dos sistemas de armazenamento e tratamento para que estes não sejam fontes de emissão; - uso eficiente dos equipamentos de climatização para o controle da umidade e ventilação; - utilização de tecnologias nutricionais a fim de diminuir a excreção de elementos e correta granulometria das rações.	- correto manejo dos resíduos, no interior e exterior das instalações; - aproveitamento dos resíduos como fertilizantes de forma menos impactante (incorporação ao solo); - correto manejo dos sistemas de tratamento para que estes não sejam fontes de emissão; - utilização de tecnologias nutricionais a fim de diminuir a excreção de elementos.
Impacto Social	- alto, na qualidade de vida da população; - médio, na geração de empregos na área de turismo rural.	- alto, as mudanças climáticas causam alterações na qualidade de vida.
Impacto Econômico	- alto, na rentabilidade das produções e gastos com saúde do indivíduo; - médio, na utilização de regiões de produção para o turismo rural.	- alto, diminuição de áreas propícias para produção animal e vegetal e aumento do custo de produção destas e gastos públicos/privados decorrentes de alterações climáticas.

Impacto	Biodiversidade	Condições sanitárias do rebanho	Custo de produção da criação
Como Impacta	- proporcionando condições ambientais adversas a biota devido a poluição e contaminação por resíduos animais.	- depreciação qualitativa e quantitativa dos recursos naturais.	- aumento do consumo de insumos ambientais (água, solo, energia, etc.).
Consequências do Impacto	- degradação e/ou perda da flora e fauna.	- diminuição dos índices zootécnicos.	- reduzida disponibilidade ou insumo indisponível.
Ações Mitigatórias	- realização de estudos de impacto ambiental na flora e fauna antes da implantação dos empreendimentos - recuperação da flora nativa em áreas específicas da propriedade.	- todas citadas acima relacionadas a conservação dos recursos naturais.	- todas citadas acima relacionadas a conservação dos recursos naturais.
Impacto Social	- alto, desconhecimento das características da biodiversidade nacional; - médio, desconhecimento das relações da cultura humana com a biodiversidade.	- alto, na redução de empregos; - médio, na perpetuação do país como um produtor de credibilidade.	- alto, dificuldade para fixação do homem no campo e maior competição por insumos.
Impacto Econômico	- alto, impossibilidade de geração de novos produtos, medicamentos, etc.	- alto, nos gastos com biossegurança, no aumento dos custos de produção e na possibilidade de perdas de rendas e divisas.	- alto, no aumento do custo de produção, na menor competitividade da atividade e maior valorização dos insumos ambientais.

Impacto	Condições de saúde da população	Segurança dos alimentos	Paisagem
Como Impacta	- depreciação qualitativa e quantitativa dos recursos naturais. - exposição à barulhos.	- oferta de proteína animal de baixa qualidade devido a contaminação por substâncias, microrganismos e resíduos inerentes à criação.	- aparência dos recursos naturais.
Consequências do Impacto	- diminuição da qualidade de vida das populações.	- nos animais, diminuição dos índices zootécnicos, com possibilidade de condenação de carcaças e produtos; - nos humanos, aumento do riscos de contaminação humana e aparecimento de epidemias.	- cor e cheiro das águas; - desertificação dos solos; - emissão de odores, elementos e poeira; - retirada de vegetação nativa; - deslocamento da fauna.
Ações Mitigatórias	- todas citadas acima relacionadas a conservação dos recursos naturais.	- utilização de ingredientes de alta qualidade no arraçoamento dos animais; - correto manejo sanitário e dos resíduos das criações.	- inserção do manejo da paisagem nas atividades produtivas de animais.
Impacto Social	- alto, na disponibilidade igualitária de recursos naturais em quantidade e qualidade para toda população.	- alto, na oferta de alimentos em quantidade e qualidade - médio, na credibilidade dos produtos de origem animal.	- alto, no conforto ambiental da população rural e na geração de empregos na área de turismo rural.
Impacto Econômico	- alto, nos gastos público/privado com saúde humana.	- alto, na rentabilidade do produtor e exportações do país	- alto, na utilização de regiões de produção para o turismo rural e possibilidade de diversificação de renda para o produtor rural

Tabela 2. Concentração de gases oriundos dos resíduos avícolas e suas consequências na saúde dos humanos

Tipo de gás	Sintomas
Amônia (irritante)	- 5-50 ppm: odor não detectável - 100-500 ppm: irritação das mucosas superficiais em uma hora - 400-700 ppm: irritação imediata dos olhos, nariz e garganta - 2.000-3.000: severa irritação dos olhos, tosse intensa, pode ser fatal - 5.000: espasmos respiratórios, asfixia, pode ser fatal - 10.000 ppm: nível fatal
Dióxido de Carbono (asfixiante)	- 20.000 ppm: sem riscos - 30.000 ppm: respiração acelerada - 40.000 ppm: dores de cabeça - 60.000 ppm: asfixia - 300.000 ppm: pode ser fatal em exposições de 30 minutos
Sulfeto de Hidrogênio (venenoso)	- 0,01-0,07 ppm: odor não detectável - 3-5 ppm: odor inofensivo - 10 ppm: irritação dos olhos - 20 ppm: irritação das mucosas e membranas - 50-100 ppm: irritação dos olhos e do trato respiratório em uma hora de exposição - 150 ppm: nervo ofatório paralisado, fatal em 8 a 48 horas - 200 ppm: depressão do sistema nervoso - 500-600 ppm: náusea, excitação, inconsciência, fatal em 30 minutos de exposição - 700-2.000 ppm: fatal
Metano (asfixiante)	- 500.000 ppm: dores de cabeça

Referências

ALBERTA AGRICULTURE, FOOD AND RURAL DEVELOPMENT. **Guidelines to Beneficial Management Practices**: Environmental Manual for Poultry Producers in Alberta. 2003. Disponível em: <[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$Department/deptdocs.nsf/all/epw7717](http://www1.agric.gov.ab.ca/$Department/deptdocs.nsf/all/epw7717)>. Acesso em: 19 de out. de 2008.

BORDIN, L. C. **O papel da assistência técnica nos programas de biosseguridade na suinocultura**. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 01 de fev. de 2005.

MUKHTAR, S.; ULLMAN, J. L.; CAREY, J. B.; LACEY, R. E. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities. **Journal Applied Poultry Resource**. v. 13, p. 514-520, 2004.

Capítulo 2

ÁGUA NA AVICULTURA: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E EXIGÊNCIAS

Eduardo Spillari Viola

Teresa Herr Viola

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Valdir Silveira de Avila

Introdução

A água é o elemento essencial para a manutenção da vida. Nos sistemas vivos ela exerce papel fundamental na manutenção da homeostase, ou seja, a capacidade de manter as condições do ambiente dentro de limites toleráveis. Corresponde a mais de 70% do peso de muitos organismos; está presente em todas as células do organismo e devido as suas características; desempenha importantes funções como a manutenção do pH e da concentração de eletrólitos; é veículo de excreção de metabólitos; é o meio no qual ocorrem o transporte de nutrientes, as reações enzimáticas de síntese e catabolismo das reações metabólicas e a transferência de energia química.

A importância da água nos sistemas de produção tem aumentado pelas funções exercidas por esse elemento no equilíbrio dos sistemas ecológicos, mas também pelo impacto gerado pelos sistemas de produção agrícola e animal na utilização e potencial de contaminação das fontes de água.

A reflexão sobre os problemas de abastecimento de água potável no planeta Terra para as atividades humanas e produção animal é importante. A água é essencial na manutenção da vida, porém é um recurso limitado. Estima-se em 1.400 milhões de km³ o montante de água no planeta, 97% desse volume é água salgada, portanto 3% é água doce, localizadas em rios, lagos, geleiras e depósitos de alta profundidade. Na atividade humana e na produção animal é utilizada basicamente a água doce de superfície, menos de 1% do volume total e exclusivamente continental (MACARI, 1996a; BELLAVER; OLIVEIRA, 2009).

Quando comparada com os grãos e farelos utilizados na alimentação animal, a água ainda pode ser considerada um nutriente barato, de composição estável e abundantemente disponível, sendo sua importância ignorada. Thulin e Brumm (1991) chamaram a água como o Nutriente Esquecido, demonstrando claramente a desatenção de todos para a sua importância, a falta ou alterações na sua composição apresentam

impactos altamente significativos no desempenho animal. Portanto, a água pode e deve ser considerada o nutriente mais crítico nos sistemas de produção animal.

Propriedades físico-químicas da água

A molécula de água apresenta a forma geométrica de um tetraedro, formada por um par de átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio formando entre si um ângulo de $104,5^\circ$. A molécula da água apresenta dois pólos elétricos, um positivo, na região do hidrogênio e outro negativo na região do oxigênio. O resultado eletrostático da atração entre o núcleo positivo de uma molécula de água com o núcleo negativo de outra molécula de água constitui uma ponte de hidrogênio (LEHNINGER et al., 1993).

Na água as pontes de hidrogênio conferem propriedades físicas diferenciadas, que permitem reações de hidrólise e oxidação. A água apresenta alto ponto de fusão, alto ponto de ebulição, alto calor específico, alta condutividade térmica, elevado calor latente de vaporização, o que confere a água grande coesão interna, Tabela 1 (LEHNINGER, 1993). O alto calor específico, a alta condutividade térmica e o alto calor latente de vaporização permitem o acúmulo e a transferência de calor pela perda evaporativa, que são propriedades físicas da água importantes na regulação da temperatura corporal (CHURCH; POND, 1982).

A água também forma pontes de hidrogênio com biomoléculas não carregadas, mas polares, como os açúcares, álcoois, aldeídos e cetonas; compostos com ligações N-H e moléculas contendo estes grupos tendem ser solúveis em água, são chamados hidrofílicos. A água dissolve sais com o NaCl, por hidratação e estabilização dos íons Na^+ e Cl^- . Compostos contendo grupos funcionais com os ácidos carboxílicos ($-\text{COOH}$) amino protonado ($-\text{NH}^{3+}$) e ésteres de fosfato geralmente são solúveis em água. Os gases importantes nos sistemas biológicos (CO_2 ,

O_2 e N_2) são apolares, logo pouco solúveis em água. Alguns organismos possuem carreadores (proteínas) que facilitam o transporte de O_2 e CO_2 (hemoglobina). O dióxido de carbono forma ácido carbônico (H_2CO_3) em solução aquosa e dessa forma é transportado (LEHNINGER et al., 1993).

A leve tendência em ionizar é de fundamental importância para a estrutura e funções das moléculas. É importante considerar que soluções de água com ácidos fracos e seus sais atuam como tampões em resposta as trocas de pH nos sistemas biológicos (LEHNINGER, 1993).

Tabela 1. Pontos de dissolução, ebulição e calor de vaporização de algumas substâncias (adaptado de Lehninger et al., 1993)

	Ponto de Dissolução (°C)	Ponto de Ebulição (°C)	Calor de Vaporização (J/g) [#]
Água	0	100	2.260
Metanol (CH_3OH)	-98	65	1.100
Etanol (CH_3CH_2OH)	-117	78	854
Propanol ($CH_3CH_2CH_2OH$)	-127	97	687
Butanol ($CH_3(CH_2)_2CH_2OH$)	-90	117	590
Hexano ($CH_3(CH_2)_4CH_3$)	-98	69	423
Butano ($CH_3(CH_2)_2CH_3$)	-135	-05	381

* A energia de calor necessária para converter 1,0 g de um líquido em seu ponto de ebulição, a pressão de uma atmosfera, em seu estado gasoso, numa mesma temperatura. Esta é uma medida direta da energia necessária para superar as forças de atração entre moléculas na fase líquida.

Funções da água no organismo

A água é uma biomolécula essencial a manutenção da vida com a capacidade de solubilizar e modificar propriedades das proteínas, carboidratos e gorduras através da formação de ligações de hidrogênio com grupos polares dessas moléculas. Essas interações modificam a conformação e as propriedades das biomoléculas (LEHNINGER et al., 1993; RODWELL, 1996).

A água exerce diferentes funções no organismo vivo. Participa ativamente nos processos vitais como a digestão dos alimentos, a absorção e o transporte dos nutrientes, a translocação de compostos químicos, da respiração, da manutenção da temperatura corporal, da excreção de resíduos do metabolismo, da hidrólise das proteínas, gorduras e carboidratos; do fluido cérebro espinhal, amparando o sistema nervoso, do fluido sinovial, lubrificando as juntas, auricular auxiliando na audição, intraocular auxiliando a visão e amniótico, da secreção e do transporte de hormônios, é fundamental no equilíbrio ácido base do organismo (LLOYD et al., 1978; NILIPOUR; BUTCHER, 1998; NRC, 1998).

Distribuição no organismo da ave

A água é o principal componente do corpo dos seres vivos. Representa aproximadamente 70% do peso corporal e, desse total 70% é encontrado no interior das células e 30% no fluido extracelular (LEESON; SUMMERS, 1997). O conteúdo de água no corpo varia de acordo com a espécie (Tabela 2), a idade, o sexo, o genótipo e a condição de alimentação dos animais. Aves mais jovens possuem uma porcentagem maior de água corporal, diminuindo essa proporção com o crescimento; machos tendem a possuir mais água corporal do que fêmeas, devido à maior proporção de massa muscular (alta quantidade de água) em relação à gordura corpórea (baixa quantidade de água).

Dentro do organismo a água se encontra em dois compartimentos: intracelular (70%) e extracelular (30%). O compartimento extracelular pode ser dividido em intersticial e intravascular. Existe ainda uma terceira classificação para o líquido presente no organismo, que se refere ao líquido que compõe o líquido cefalorraquidiano, urina, bile, líquido sinovial e água presente no trato gastrointestinal. Esses líquidos recebem a denominação de líquidos transcelulares. Ao nascer, a maior proporção da água se encontra no compartimento extracelular, essa relação reduz com a idade. (LEESON; SUMMERS, 1997; LARBIER; LECLERCQ, 1994a).

Tabela 2. Teor de água presente no corpo dos animais de acordo com a espécie e idade

Espécie animal	Água corporal, %
Bovinos	60 a 65
Suínos (7 dias)	80
Suínos (70 dias)	64
Suínos (150 dias)	49
Frangos de Corte	63
Aves de Postura	53
Ovinos	55

Adaptado de Lloy et. al., 1978.

Fontes de água

A água necessária para suprir as necessidades diárias dos frangos de corte é obtida de três fontes, a água de consumo propriamente dita, a água coloidal dos alimentos, que em média as dietas para frangos apresentam em torno de 13% de umidade e a água metabólica, formada durante os processos de oxidação no metabolismo das moléculas de gordura, proteína e carboidratos das aves. A oxidação dos alimentos produz água em quantidades próximas aos seus valores calóricos ou componentes dos alimentos. O metabolismo das gorduras é responsável pela maior produção de água metabólica, em base de peso do

que carboidratos e proteínas; enquanto os carboidratos representam a maior produção de água por unidade de energia metabolizável. Assim, o uso de dietas ricas em carboidratos é recomendável para animais em condições de desidratação. Este valor é de 10 a 15 gramas de água por 100 kcal de energia metabolizável da dieta. Na Tabela 3 é mostrada a produção de água metabólica a partir do conteúdo de glicídios, protídeos e lipídios dos alimentos (LEESON; SUMMERS, 1997).

Tabela 3. Produção de água metabólica a partir de 100 gramas dos glicídios, protídeos e lipídios típica dos nutrientes

Nutriente	H ₂ O Metabólica (g)	Valor calórico médio (kcal)	Água metabólica/100 kcal de Energia Metabolizável
Glicídios	60	400	15,0
Proteínas	42	400	10,5
Lipídios	100	900	11,1

Adaptado de Lloy et al, 1978.

Balanço hídrico nas aves

O balanço hídrico é obtido pela simples subtração da água que o animal ganha (água ingerida, água do alimento e água metabólica), pela água perdida (fezes, urina, respiração). Teoricamente a quantidade de água consumida deve ser igual à quantidade perdida para que ocorra o equilíbrio. No entanto isso não ocorre, pois a água excretada é somada a água metabólica produzida pelo organismo, dessa forma o volume excretado é superior ao volume ingerido, o que implica que o controle da ingestão de forma simples não é eficiente na manutenção do equilíbrio hídrico.

Existem variações diárias na quantidade de água excretada e necessariamente ocorre uma resposta para a manutenção da homeostase do organismo. As aves perdem água por meio de cinco vias diferentes: pelos rins (urina), pelos intestinos (fezes), pelos pulmões (respiração), através pele (evaporação) e por meio da produção de ovos. A consequência das perdas naturais de água pela ave é a diminuição do volume de líquido

intravascular. Esta diminuição de volume resulta em hipotensão, devido à diminuição do débito cardíaco em decorrência da queda da volemia, e um aumento relativo da concentração plasmática de minerais, principalmente Na^+ e Cl^- (BRUNO; MACARI, 2002).

Consumo de água

O ato de beber inicia quando ocorre uma situação de déficit de água no organismo. Os mecanismos de ingestão e disponibilidade de água são fundamentais na manutenção do equilíbrio de água no corpo, além de evitar quadros de desidratação. O equilíbrio de água implica nos mecanismos de entrada e saída de água no organismo.

A água é o nutriente mais importante consumido pelas aves. Durante a sua vida um frango de 2,3 kg irá consumir aproximadamente oito litros de água e quatro quilos de alimento. Estudos demonstraram que o consumo diário de água pode ser estimado multiplicando a idade da ave por 5,9 mL de água (PESTI, 1985). Convém lembrar que todos os fatores que impactam na redução do consumo de alimento, com exceção das altas temperaturas do ambiente, também resultam na redução do consumo de água. Na Tabela 4 estão apresentadas estimativas de consumo de água para diferentes espécies de aves em diferentes idades de produção (BELL; WEAVER, 2002).

O consumo diário de água é uma informação importante para o manejo do lote e auxilia no diagnóstico de problemas de desempenho e umidade de cama. Medidores são excelentes ferramentas para detectar vazamentos ou quebras nas linhas de fornecimento de água. Em adição, o consumo diário das aves também é necessário para determinar as necessidades de medicamento quando adicionados à água.

Para cada espécie existe uma relação ideal entre o consumo de água e o consumo de alimento. Em frangos de corte foi observado por Viola (2003) relação de 1,9 na primeira semana, 1,9 na segunda semana e

de 2,1 na terceira semana de vida, relações essas que não foram afetadas pela intensidade de restrição de água utilizada indicando que os frangos de corte bebem para comer. Restrição na oferta diária de água tem como resposta imediata a redução no consumo de alimentos com consequente perda na velocidade de ganho de peso das aves. Esse fato demonstra que a água apresenta função vital, relacionada com a perda de eficiência metabólica do alimento consumido em aproximadamente um terço do normal.

O consumo de água pode ser influenciado pela natureza da dieta. Dietas com alta concentração de sódio ou potássio estão associadas com aumento de consumo de água. Dietas com concentração de sódio de 0,25% estimulam aumento do consumo de água em 10% em comparação com dietas contendo 14% de sódio. Dessa forma, a manipulação do conteúdo mineral da dieta é uma forma de prática de controle do consumo de água. A proteína da dieta também modifica o consumo de água; dietas com alta proteína proporcionam aumento no consumo de água, que pode estar relacionado ao mecanismo de excreção do ácido úrico pelos rins. Em média aumentos de 1% na proteína da dieta estão associados com 3% de aumento no consumo de água.

O consumo de água é crescente com a idade dos animais (Figura 1). Viola (2003) determinou os consumos diários, semanais em um lote de frangos de corte (Tabela 5) e observou crescimento constante e diário dos volumes de água consumidos por frangos de corte mantidos em temperatura de conforto. Os consumos médios semanais foram de 319 mL/frango na semana 1; 542 mL/frango na semana 2 e 1.077 mL/frango na semana 3. Também é possível considerar que os volumes de água consumida aumentaram linearmente nesse período em resposta a cada unidade de peso depositado pelos frangos de corte, evidenciando o potencial de ganho de carne magra desses animais nessa fase (Tabela 6). O consumo de alimentos está diretamente relacionado ao consumo de água, sendo dependente do mesmo, dessa forma, podemos sugerir que os frangos bebem para comer (Figuras 2 e 3).

Tabela 4. Consumo de água de frangos de corte, aves de postura e perus em diferentes idades

Idade (semanas)	Frangos de corte (mL/semana)	Postura leve (mL/semana)	Postura pesada (mL/semana)	Perus (mL/semana)	
				Machos	Fêmeas
1	225	200	200	385	385
2	480	300	400	750	690
3	725			1.135	930
4	1.000	500	700	1.650	1.274
5	1.250			2.240	1.750
6	1.500	700	800	2.870	2.150
7	1.750			3.460	2.640
8	2.000	800	900	4.020	3.180
9				4.670	3.900
10		900	1.000	5.345	4.400
11				5.850	4.620
12		1.000	1.100	6.220	4.660
13				6.480	4.680
14		1.100	1.100	6.680	4.700
15				6.800	4.720
16		1.200	1.200	6.920	4.740
17				6.960	4.760
18		1.300	1.300	7.000	
19				7.020	
20		1.600	1.500	7.040	

Adaptado de Bell e Weaver, 2002.

Tabela 5. Consumo médio de água de frangos de corte de uma a três semanas de idade (mL/ave)

Dia da semana							
Semana	1	2	3	4	5	6	7
1	23	33	40	53	57	57	55
2	79	85	88	98	108	107	141
3	137	163	164	194	190	225	198

Adaptado de Viola, 2003.

Tabela 6. Relação entre o consumo de água/consumo de alimento, consumo de água/ganho de peso de frangos de corte até a terceira semana de vida

	Semana		
	1	2	3
Ganho de Peso Semanal, g	140	284	398
Consumo Médio Semanal, g	173	542	1.077
Consumo de água Semanal, mL	319	1.024	2.295
Consumo Água:Ganho Peso, mL/g	2,28:1	3,60:1	5,76:1
Consumo Água:Consumo Alimento	1,84:1	1,88:1	2,13:1

Adaptado de Viola, 2003

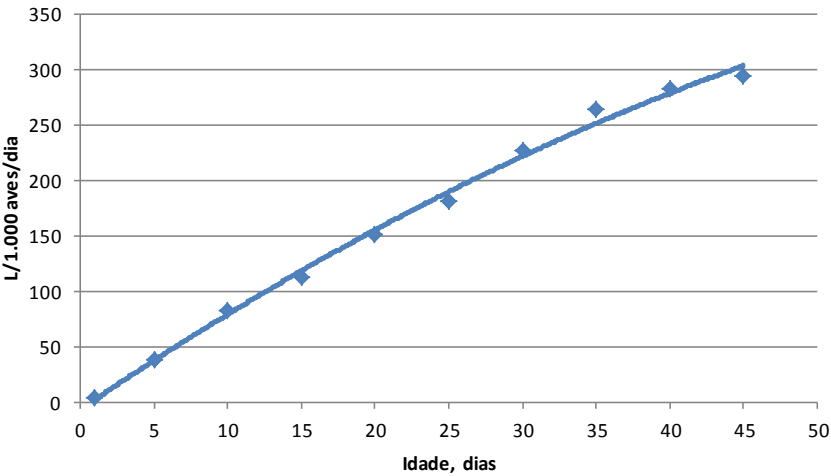


Figura 1. Consumo de água de frangos de corte em função da idade

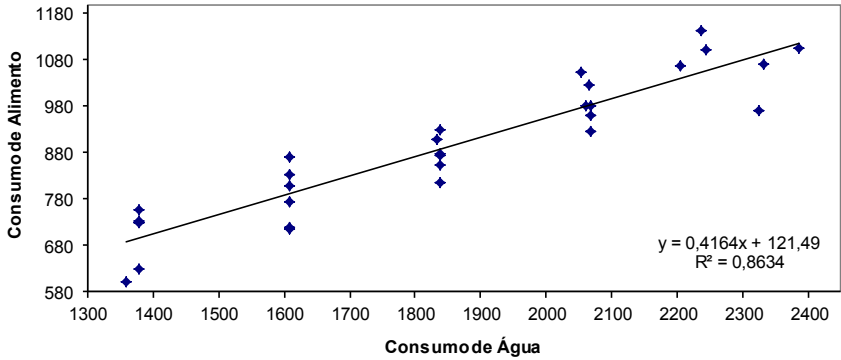


Figura 2. Gráfico de consumo de água x consumo de alimento em aves submetidas a diferentes restrições de água de 1 a 21 dias de idade (Viola, 2003)

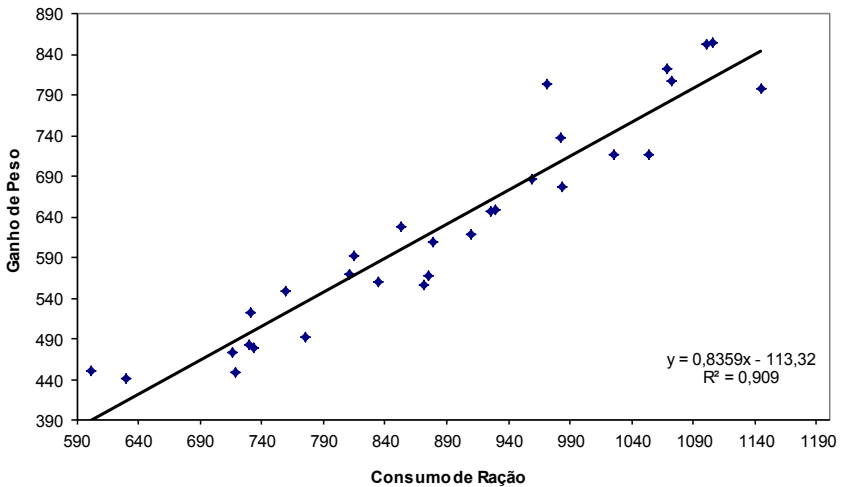


Figura 3. Gráfico de consumo de ração x ganho de peso de frangos de corte submetidos a diferentes restrições de água de 1 a 21 dias de idade (Viola, 2003)

Entendendo o comportamento do consumo de água

Para os lotes de frangos de corte se desenvolverem de forma adequada, eles precisam livre acesso à água fresca, limpa e de qualidade. Porém, é importante os produtores conhecer os comportamentos de consumo de água dos animais para o manejo do seu sistema de fornecimento de água para proporcionar o máximo desempenho.

Em média, um frango de corte visita o bebedouro não menos do que uma vez por minuto, o que indica que retornarão diversas vezes ao bebedouro durante o dia. As aves preferem comer e beber junto com outras aves, comportamento denominado “Facilitação Social” e indica porque as aves desempenham melhor quando em grupos.

As aves necessitam acesso à água de forma suficiente para amolecer os alimentos consumidos e evitar problemas de consumo. A água no papo amolece o alimento e facilita os processos de digestão, sem a água o alimento compacta no papo e pode pressionar a carótida prejudicando o fluxo do sangue para o cérebro.

Especial atenção deve ser dada as primeiras semanas de vida. Nos primeiros dias as aves devem ficar próximas as fontes de água. Podemos auxiliar as aves a consumir mais rápido ou mais lento, mas, não devemos forçar o maior consumo da água.

Regulação do consumo voluntário de água

A água representa, aproximadamente, 70% do peso das aves. Do volume total, 70% encontram-se dentro das células e 30% nos espaços intracelulares e no sangue. O conteúdo de água do corpo está diretamente associado ao seu teor de proteína. Assim, com o aumento da idade, a deposição de tecido adiposo nos frangos aumenta e, por

consequência, o percentual de água, em relação ao peso corporal, diminui (LEESON; SUMMERS, 1997). Além disto, aves mais pesadas (velhas) tem um menor *turnover* de água no organismo. Esta evidência é importante, pois demonstra que pintos têm uma troca de água mais acentuada do que os frangos e isto pode ser importante em momentos de estresse calórico (MACARI, 1996). A manutenção da composição do ambiente interno, conhecida como homeostase, é essencial para a manutenção da vida e da saúde animal. Inclui a distribuição da água no organismo, a manutenção do pH e do balanço das concentrações de eletrólitos.

Nas aves a regulação da ingestão voluntária de água é regida por dois mecanismos principais: a desidratação celular e o sistema renina-angiotensina. Estes mecanismos atuam estimulando a sede e induzindo o animal a consumir água (Figura 4). A resposta da sede é influenciada por diferentes estímulos, sendo o aumento da osmolaridade do líquido extracelular um dos mais importantes. As reduções do volume extracelular e do sangue também estimulam a sede por uma via independente. Um terceiro estímulo é angiotensina II, associada a fatores como hipovolemia e baixa pressão sanguínea (GUYTON et al., 1997).

O centro da sede é regulado pelo hipotálamo por meio de sensores osmóticos, que detectam alterações na osmolaridade do plasma sanguíneo. Como consequência da redução do volume, o aumento na osmolaridade do plasma sinaliza para a produção da Angiotensina II, induzindo a vasoconstrição e levando a ave a consumir água. Duas respostas distintas, a conservação da água por antidiurese e a aquisição de água pela sede servem para manter a homeostase hídrica do organismo. Esses mecanismos são controlados pela ação conjunta do hormônio antidiurético hipofisiário (ADH), e do sistema renina-angiotensina. A regulação do balanço hídrico no organismo depende dos mecanismos hipotalâmicos de controle da sede, do hormônio antidiurético e da retenção e da excreção de água pelos rins. Os estados de depleção ou excesso de água são acompanhados pelo

excesso ou depleção de sódio. A depleção de água pode ser ocasionada por redução de consumo, ou aumento de perdas, por exemplo, casos de vômito e diarreia e hiperventilação (LARBIER; LECLERCO, 1994a; MACARI, 1995; BAILEY, 1999; RODWELL, 1996; GUYTON et al., 1997).

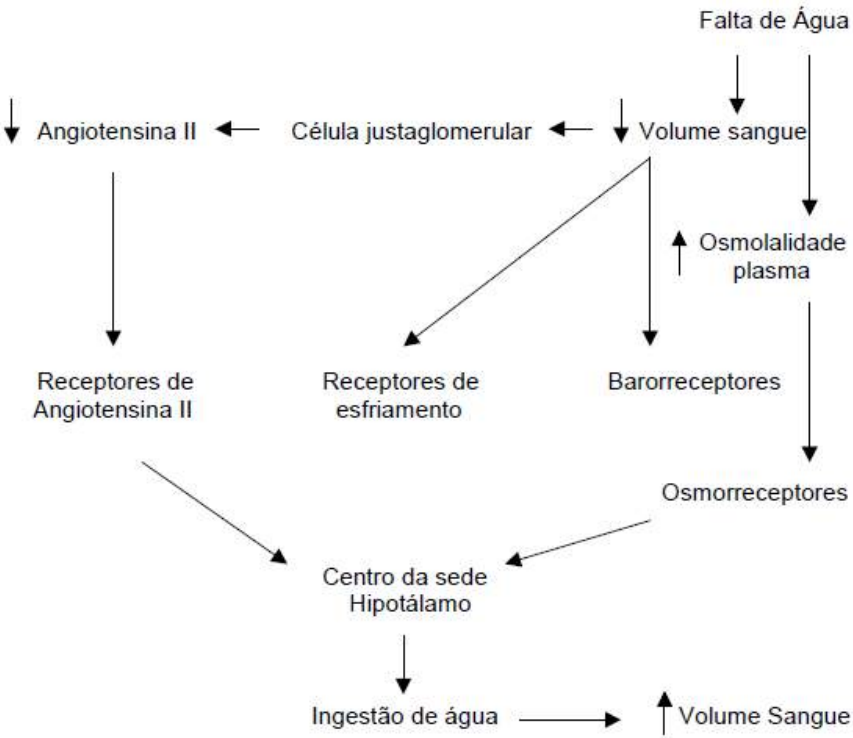


Figura 4. Mecanismo de ingestão de água pelas aves (Adaptado de MACARI, 1996)

Absorção de água

O frango de corte moderno, entre outras características, apresenta alta velocidade de deposição de músculos, o que confere a ele alta taxa de crescimento (55 g/dia) e consequentemente elevada atividade metabólica. A ingestão de água passa a ser fundamental em comparação com as demais espécies, visto que o tecido protéico necessita de maior quantidade de água para ser depositado (AGROCERES ROSS, 2000; 2004).

A água é absorvida ao longo de todo o trato digestivo das aves sendo determinada por diferentes fatores. A relação osmótica no interior do intestino delgado pode ser determinante na absorção de água. A princípio, a água é absorvida por transporte passivo juntamente com íons, sódio e potássio, podendo ser também absorvida contra um gradiente de pressão, num modelo de dupla membrana com o movimento da água ligada ao soluto (DAVENPORT, 1977; STURKIE, 1986; GUYTON, 1991). Quando o alimento no trato digestivo apresentar concentração osmótica superior que a do sangue ou dos fluídos, a tendência é que a água deixe os tecidos. Portanto, a absorção de água ocorrerá quando a concentração osmótica no lúmen for menor que a concentração nos fluídos dos tecidos. A absorção de água é mais eficiente quando é ingerida na ausência de alimento (LLOYD et al., 1978). Entretanto, pode ocorrer dificuldade de absorção de água em situações de excesso de consumo, por exemplo, períodos de fornecimento de água logo após intervalo de tempo onde ocorreu restrição hídrica. A água em excesso passa diretamente pelo trato digestivo sendo excretada, indicando que o consumo excedeu a capacidade de absorção dos animais, conforme observado por Viola, 2003.

Nos animais não ruminantes a entrada de água no estômago é marcante, o mesmo ocorrendo no duodeno, onde fluídos do pâncreas, a bile e as glândulas intestinais causam um influxo líquido de água. Ocorre absorção de água no íleo, no jejuno, no ceco e no intestino

grosso, mas as quantidades absorvidas variam muito nas diferentes porções intestinais. O movimento de água no duodeno é no sentido de manter seu conteúdo isotônico. A absorção de água é resultado da atividade osmótica dos componentes do alimento, principalmente glicose e aminoácidos, e a neutralização de ácidos, com consequente redução da pressão osmótica (DAVENPORT, 1977; CHURCH; POND, 1982; GUYTON, 1991).

Outro fator que afeta a absorção de água nos intestinos delgado e grosso é a natureza dos componentes glicídicos do alimento. Polissacarídeos como a pectina, tendem a formar géis no trato digestivo. Os géis retêm a água e reduzem a absorção através do intestino. Estes alimentos, que aumentam a proporção de água das fezes, normalmente têm efeitos laxativos (LLOYD et al., 1978; CHURCH; POND, 1982). Os diferentes fatores que reduzem a capacidade de absorção de nutrientes pelo trato intestinal, diminuem também a capacidade de absorção de água, sendo a saúde intestinal um fator importante na capacidade de absorção.

É importante observar que as aves possuem a capacidade fisiológica específica de reabsorver a água da urina; que retorna no cólon, local de absorção de água resultando na precipitação do ácido úrico na forma de partículas de uratos que recobrem as fezes.

Perdas de água

As principais formas pelas quais os animais perdem água são a respiração, a transpiração (perdas por evaporação) e a excreção pelas fezes e pela urina. Nos animais em crescimento é possível considerar como perda aquela água que participa da formação de novos tecidos. Ainda, no caso das poedeiras, pode ser considerada como perda a água dos ovos.

As aves têm reduzida capacidade de transpirar, pois não possuem glândulas sudoríparas. Assim, as perdas por evaporação pela pele são pouco significativas. Logo, as perdas através da respiração são muito importantes. A perda de calor nos animais é favorecida visto a água apresentar alto calor latente de vaporização, sendo necessários 0,575 kcal para vaporizar um grama de água. A temperatura ambiental e a umidade relativa do ar afetam as perdas pela respiração.

Leeson e Summers (1997) indicaram que a perda total de calor por evaporação representa 12% do total, em frangos mantidos em ambiente com 10°C. Porém, pode chegar até 50%, quando a temperatura do ambiente for de 26 a 35°C. Em ambientes com alta umidade, as perdas por evaporação pela pele perdem ainda mais sua eficiência e, em altas temperaturas, a perda de água por evaporação pode igualar-se ao consumo de água, exigindo maiores cuidados na ventilação dos aviários.

As perdas pelas fezes são importantes e podem representar de 20 a 30% do volume de água consumido. A perda mais significativa é a que ocorre a partir da excreção urinária. Várias condições ambientais favorecem ou não estas perdas. Entre elas é possível citar a temperatura do ambiente, a composição mineral da dieta e da água, o teor de proteína da ração, a quantidade consumida de ração, o estado de saúde do animal (as diarreias), o estresse, etc.

Vand de Hel et al. (1991), observaram uma significativa perda de peso e de água em pintos de um dia, submetidos a diferentes temperaturas ambientais (Tabela 7).

Tabela 7. Efeito da temperatura do ambiente na perda de peso, de água e de peso do saco vitelino, expressos em percentagem, em pintos de 1 dia

Temperatura ambiente °C	Perda de peso, %	Perda de água, %	Perda de peso do saco vitelino, %
30,8	8,2	1,82	4,5
33,5	7,3	1,05	4,8
35,1	9,6	2,21	5,0
36,8	13,7	3,46	5,2
38,8	13,8	4,35	3,4

Adaptado de Vand de Hel et al., 1991

Necessidades de água

As propriedades de produção de frangos de corte e de postura quando planejadas devem prever quantidade de água disponível e de qualidade para suprir todas as atividades. A água é necessária para as seguintes propostas: exigência diária dos lotes, sistemas de resfriamento, programa sanitário, controle de incêndio.

As necessidades diárias dos lotes são facilmente estimadas considerando que em todas as idades as aves normalmente consomem duas partes de água para cada parte de matéria seca do alimento (base peso). Em condições normais, a relação do consumo de água com o alimento varia na faixa de 1,5 a 2,5 para 1; Em temperaturas extremamente elevadas, dietas com maior concentração de sódio ou potássio, alta concentração de proteína ou desequilíbrio de aminoácidos relações superiores podem ser observadas.

Para uma proposta de planejamento, instalações de poedeiras devem prever um consumo diário de 0,23 mL por ave. O que é equivalente a 230 L para um lote de 1.000 aves. Um lote de frangos de corte com seis semanas irá necessitar o mesmo volume de água. Essas relações não preveem perdas ocasionais de água.

Restrição de água para frangos de corte

A restrição de água pode ser não intencional e decorrente da inadequada disponibilidade de água ou falhas no sistema de distribuição de água; ou intencional como parte de um programa para redução de umidade das excretas ou para indução de muda em poedeiras. Em cada caso, a disponibilidade da água é limitada pela remoção do fornecimento em períodos específicos de tempo ou com acesso intermitente do lote a água. As restrições não intencionais ocorrem quando o número insuficiente de bebedouros ou de espaço para consumo é oferecido às aves ou ocorrem quebras nos sistemas de distribuição. Em todos os casos ocorre redução no desempenho animal na proporção direta da quantidade de água consumida pelo lote, dessa forma é importante o controle diário de consumo de água.

Casos de restrição de água devem ser evitados desde os primeiros dias de vida dos frangos de corte. Quando submetidos a situações de restrição hídrica, a primeira resposta das aves é reduzir o consumo de alimentos e consequentemente perdem desempenho.

Em condições de alta temperatura os efeitos da restrição hídrica são potencializados, levando à restrição do consumo de alimento, redução na taxa de crescimento e aumento da taxa de mortalidade. Estima-se que 18% da água ingerida são direcionadas para o desenvolvimento e crescimento de novos tecidos. A perda de grande quantidade de água compromete o volume do sangue. Para que não haja colapso no sistema circulatório ocorre saída de água dos compartimentos intersticial e intracelular para o compartimento plasmático, determinando a desidratação celular e extracelular ativando os receptores para a produção de angiotensina. Por outro lado, quando ocorre redução no volume do sangue, os rins secretam renina, que determina a conversão do angiotensinogênio em angiotensina II, induzindo a ingestão (BRUNO; MACARI, 2002). Na Figura 5 está apresentada uma simplificação esquemática dos mecanismos que

desencadeiam os processos de ingestão de água.

A restrição de água em frangos de corte, tanto qualitativa como quantitativa altera a composição do soro sanguíneo, com aumento do ácido úrico, da uréia, das proteínas totais, do hematócrito e dos íons sódio, potássio e cloro, além da redução dos níveis de glicos (BAILEY, 1999). Além disso, é observado aumento da taxa metabólica na condutância térmica e na acidose; uma redução na frequência de ofegação e aumento no volume de ar inspirado por respiração (ARAD, 1983).

Mesmo por poucas horas aves com restrição de água apresentam redução de crescimento e podem apresentar maior suscetibilidade a doenças, especialmente em ambientes quentes, onde ocorre maior consumo de água (MAY et al., 1997; NILIPOUR; BUTCHER, 1998). O consumo de água é diretamente proporcional a idade, porém diminui quando relacionado com unidade de peso corporal das aves (MAKARI, 1995; LEESON et al., 1995).

Restrições crescentes na disponibilidade de água resultaram em menor ganho de peso dos animais, quanto maior a restrição de água menor o ganho de peso (VIOLA, 2003). Nilipour e Butcher (1998) relataram que frangos de corte sem acesso à água, mesmo por períodos curtos, paralisaram o crescimento, o que promoveu redução do ganho de peso. Viola (2003) também observou que a restrição de água resultou em piora na conversão alimentar de frangos de corte. O peso dos órgãos também foi afetado pela restrição hídrica, sendo menores à medida que a intensidade da restrição hídrica aumenta, indicando redução na demanda metabólica e consequentemente menor necessidade de manutenção das aves (Tabelas 8 e 9).

Restrições no fornecimento de água estão associadas com redução no consumo de alimento. No entanto, a restrição hídrica não deve ser utilizada como forma de reduzir o consumo alimentar, pois existe uma variação de resposta individual nas aves e os riscos de alteração

nas funções renais e circulatória. Normalmente a restrição alimentar está associada com maior consumo de água após período curto de aclimação, o que pode resultar em problemas de qualidade de cama. Portanto, quando condicionarmos um período de restrição alimentar é importante restringir o volume de água disponível (LARBIER; LECLERCQ, 1994b).

De forma similar Skinner-Noble e Teeter (2004) observaram alta correlação entre o desempenho de diferentes linhas genéticas de frangos de corte e o consumo de água, sendo interessante salientar que o consumo de água está melhor correlacionada com a conversão alimentar do que o consumo de alimentos. Isso indica que animais com melhor conversão alimentar foram os animais com maior consumo de água e maior peso de intestino enquanto os animais com pior conversão apresentaram menor consumo de água e menor peso de intestino (Tabelas 10 e 11).

Tabela 8. Desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de restrição de água de 1 a 21 dias de idade

Restrição de Água	Consumo		Ganho de Peso (g)	CA (g:g)
	Água (mL)	Alimento (g)		
0%	2.295	1.077 a	823 a	1,31 c
10%	2.066	988 b	697 b	1,42 b
20%	1.836	877 c	611 c	1,44 ab
30%	1.605	788 d	517 d	1,53 a
40%	1.377	697 e	487 d	1,43 ab
P < F	-	0,0001	0,0001	0,0003
Equação	-	$9,6X + 117$	$8,5X - 54$	$-0,04X + 1,71$

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Viola, 2003.

Tabela 9. Peso de órgãos e perna de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de restrição de água de 1 a 21 dias de idade

Restrição de Água	Peso (g)				
	Coração	Perna	Fígado	Intestinos	Papo + Moela
0%	5,28 a	27,29 a	23,73 a	33,54 a	24,59 a
10%	4,57 b	21,01 b	19,20 b	27,85 b	22,0 ab
20%	4,18 bc	20,45 b	16,96 c	24,54 bc	19,31 bc
30%	3,80 c	13,39 c	15,88 cd	23,00 c	16,96 c
40%	3,70 c	17,24 c	14,64 d	21,09 c	17,52 c
P<F	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001
Equação	0,04X + 1,17	0,24X + 1,70	0,21X + 0,90	0,30X + 2,20	0,19X + 4,75

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Viola, 2003.

Tabela 10. Correlação entre diferentes variáveis de desempenho

	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Consumo Ração (g)	Ganho Peso (g)	Consumo Água (mL)	Peso TGI* (g)	Conversão Ajustada
Peso Inicial (g)	-	0,61	0,14	0,04	0,07	0,14	0,05
Peso Final (g)	-	-	0,75	0,81	0,68	0,53	-0,54
Consumo Alimento (g)	-	-	-	0,85	0,83	0,53	-0,32
Ganho Peso (g)	-	-	-	-	0,80	0,57	-0,72
Consumo Água (mL)	-	-	-	-	-	0,55	-0,45
Conversão Alimentar	0,07	-0,57	-0,35	-0,77	-0,42	-036	0,93

*TGI = Trato Gastrointestinal.

Adaptado de Skinner-Noble e Teeter 2004.

Tabela 11. Análise de variância de características de desempenho de frangos de corte de 42 a 49 dias de idade, classificados de acordo com a conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade

	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Consumo Alimento (g)	Consumo água (mL)	CA	Peso TGI (g)	CA ajustada
Top 50%	2.702	3.683	1.683	3.003	1,72	175	2,11
Demais	2.712	3.503	1.618	2.809	2,07	165	2,59

Adaptado de Skinner-Noble e Teeter, 2004.

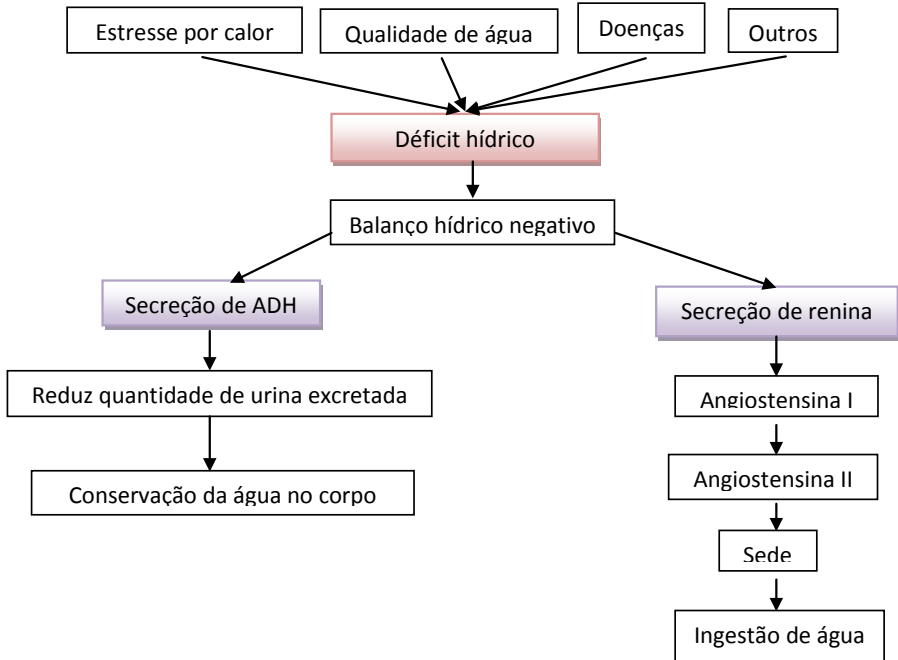


Figura 5. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico (MACARI, 1996)

Fatores que afetam o consumo de água

Diferentes fatores da dieta alteram as necessidades de água e influenciam as relações de consumo de água/consumo de alimento. O aumento do nível de proteína bruta da dieta resulta em aumento do consumo de água e a relação consumo de água/consumo de alimento.

A forma física da dieta, peletizada, triturada ou farelada. Dietas peletizadas ou trituradas resultam em maior consumo de água em comparação as dietas fareladas, embora a relação consumo de água:consumo de alimento permaneça praticamente a mesma. O aumento da concentração de sais na água resulta em aumento do consumo de água.

Entre os fatores que interferem no consumo de água estão a genética, a idade do animal, o sexo, a temperatura do ambiente, a temperatura da água, a umidade relativa do ar, a composição nutricional e a forma física do alimento. Na Tabela 12 está apresentado um resumo dos principais fatores que afetam o consumo de água dos frangos de corte.

Tabela 12. Fatores que afetam o consumo de água em frangos de corte e aves de postura

Frango	Qualidade da água	Qualidade do Alimento	Instalação
Genética	Dureza	Composição: Nível proteína Nível de minerais	Temperatura da água
Sexo	Nível de nitratos	Tipo: Farelada Peletizada	
Idade	Sólidos Dissolvidos Totais	Consumo	Pressão da água
Condição de Saúde	Contaminação Bacteriana	Contaminação	Linhas de distribuição instaladas de forma inadequada
Controle da temperatura corporal			Altura dos bebedouros Tipo de bebedouro Vazamentos Temperatura ambiente

Adaptado de Manning et al., 2007.

Genética

Existem diferenças de consumo de água para diferentes linhagens de aves. As taxas de deposição de proteína maiores necessitam maior consumo de água, além disso, algumas aves apresentam síndrome da diabetes insipidus nefrogênica, situação que faz com que os rins não tenham a capacidade de concentrar a urina. Assim, animais com esta síndrome perdem mais água do que aqueles que não a tem (BAILEY (1999) citou um trabalho de Braun e Stallone (1989); Deeb e Cahaner,

2002).

Idade da ave

O consumo de água pelas aves está relacionado com a idade. O NRC (1994) apresentou uma tabela de consumo de água para frangos com diferentes idades. Os consumos foram determinados em ambiente com temperatura de 21 °C, exceto para os pintos jovens (Tabela 13). Pesti et al. (1985), Bailey (1999) citando os trabalhos de Patrick e Ferrise (1962), Kellerup et al. (1965) e Lynn (1984), identificaram que o consumo de água está relacionado ao peso corporal dos frangos e ao consumo de alimento e, por consequência, aumenta linearmente com a idade dos animais. O consumo de água pode ser previsto, multiplicando a idade do frango (em dias) por 5,28 mL. Em função da evolução genética, os frangos têm atingido pesos corporais idênticos em períodos de tempo inferiores. Estas diferenças de ganho de peso correlacionam-se diretamente com o consumo de água (Tabela 14).

Tabela 13. Consumo de água por frangos de corte mantidos em ambiente de termoneutralidade

Idade (semanas)	Consumo (ml/frango/semana)
1	225
2	480
3	725
4	1000
5	1250
6	1500
7	1750
8	2000

Adaptado do NRC, 1994.

Tabela 14. Consumo de água em frangos de corte (mL/frango/semana)

Idade(semanas)	Patrick Ferrise (1962)	Kellerup et al. (1965)	Lynn(1984)
1	104	141	305
2	209	277	609
3	372	431	922
4	626	590	1250
5	667	694	1530
6	807	780	1810
7	885	903	1970
8	953	908	
9	PC = 1,67 kg	PC = 1,5 kg	PC = 1,64 kg

Adaptado de Bailey, 1999.

Sexo

Machos consomem mais água do que as fêmeas, desde o primeiro dia de vida. A relação de consumo de água:consumo de ração foi de 2,0:1, nos machos e de 1,7:1, nas fêmeas (Tabela 15). É importante considerar que a diferença de consumo está relacionada com a diferença de peso dos frangos com a mesma idade e também com a composição tecidual de cada um deles na mesma idade. Deve ser lembrado que quanto maior a deposição de tecido adiposo menor é a deposição de água na carcaça. Além disso os machos apresentam maior consumo de proteína, o que contribui com a maior necessidade de água (MARKS; WASHBURN, 1983; MARKS, 1985; INGRACI et al.,1995; ZIAEI et al., 2007).

Tabela 15. Efeito do sexo no consumo de água

Sexo	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Macho	51a	115a	189a	270a	321a	316a	290a
Fêmea	43a	100b	169b	214b	240b	240b	233b

Adaptado de Ingraci et al., 1995. P<0,05.

Temperatura do ambiente

A temperatura do ambiente é possivelmente o principal fator que influencia as alterações no consumo de água pelos frangos. A relação consumo de água:consumo de alimento, em condições termoneutras é próxima de 2:1. Estima-se que o consumo de água dos frangos de corte aumenta ao redor de 7% para cada 1°C acima da temperatura de conforto térmico, 21°C. O consumo de água está associado ao início dos mecanismos de termorregulação pela dissipação de calor latente. A ave compensa essas perdas pelo aumento do consumo de água, podendo resultar em aumentos de até 15% em comparação ao consumo de ambiente de termo neutralidade. Assim, com o aumento da temperatura, a relação consumo água: consumo alimento aumenta para valores bastante diferentes de 2:1. Também demonstram que quanto mais velho o frango, pior é a resposta (Tabela 16) (NRC, 1994; MACARI, 1996).

Frangos de corte mantidos em temperaturas de 32°C apresentaram aumento da excreção de urina nas fezes em aproximadamente 64% quando comparados com frangos de corte mantidos em 24°C (BELAY; TEETER, 1996). Os mesmo autores utilizando frangos de corte colostomizados demonstraram aumento no consumo de água das aves mantidas em temperatura de estresse por calor (35°C) em até 78% em 12 horas, com redução na produção de água metabólica e volume de água nas fezes (Tabela 17). Esse fato ocorre, pois a água ingerida em excesso é desviada das rotas metabólicas para ser utilizada na dissipação de calor pelas vias respiratórias (perda de calor evaporativo). Efeitos similares foram observados por outros autores (VAN KAMPEN, 1981; BELAY et al., 1992).

Leeson e Summers (1997) apresentaram uma tabela que relaciona o consumo de água de frangos submetidos a diferentes temperaturas de ambiente (Tabela 18). Os autores sugeriram que estes valores podem variar com o estado de saúde dos frangos e do consumo de alimento.

Lesson e Summers (2001) indicaram que frangos mantidos em ambiente com temperatura contínua de 24°C têm um consumo de água diário correspondente a 4% de seu peso corporal. Quando os animais estão submetidos a um ambiente quente, e estão sob estresse térmico, este consumo aumenta para 6% de seu peso corporal.

Tabela 16. Efeito da temperatura ambiente no consumo de água

Temperatura ambiente	Idade (semanas)					
	1	2	3	4	5	6
Termoneutra	47	111	184	244	282	300
Estresse calórico	61	155	266	366	410	450
Diferença, %	129,8	139,6	144,6	150,0	145,4	150

Adaptado de Macari, 1996.

Tabela 17. Consumo de água, excreção de urina, relação de água na urina, osmolaridade da urina de frangos de corte alojados em diferentes temperaturas ambiente

	Termoneutralidade (24°C)			Estresse por calor (35°C)		
	0 a 12 h	12 a 24 h	24 a 36 h	0 a 12 h	12 a 24 h	24 a 36 h
Consumo Água, mL/kg PC*	112 c	108 c	113 c	159 a	147 ab	144 b
Excreção de Água, mL/kg PC*	66 bc	44 c	42 c	101 ab	106 ab	97 bc
Relação de água na urina	0,60 ab	0,41 bc	0,37 c	0,64 ab	0,69 a	0,67 a
Osmolaridade urina, mOsm/kg H ₂ O	240 a	222 a	213 a	129 c	148 bc	169 b
Osmolaridade excreta, mOsm/kg ¹	14,8 a	9,2 b	9,0 b	10,9 ab	13,1 ab	14,6 a

*Peso Corporal.

¹Osmolaridade das excretas = (osmolaridade da urinaXkg urina)/kg peso.

Adaptado Belay e Teeter, 1996.

Tabela 18. Efeito da temperatura ambiental no consumo de água (litros/1000 frangos)

Temperatura ambiente, °C		
Idade/Semanas	20	32
1	24	40
3	100	190
6	240	500
9	300	600

Adaptado de Leeson e Summers, 1997

Disponibilidade e temperatura da água

Utilize medidores de consumo de água para avaliar se os lotes de frangos estão consumindo as quantidades corretas, qualquer redução no consumo de água pode ser um indicativo de problema no lote. A água deve ser fresca, com temperatura próxima de 18°C.

Quando os animais estão estressados ou apresentam problemas de redução de desenvolvimento, é prática usual a adição de compostos eletrólitos na água de bebida por três a quatro dias.

Temperatura da água

A principal fonte de água para os animais é a água de beber. Entretanto, o consumo depende, fundamentalmente, de sua temperatura. Normalmente a temperatura da água é similar à temperatura do ambiente. Isto deve ser uma preocupação constante no manejo, pois, em ambiente quente a água que deve estar fria acaba ficando quente e, portanto, não está acessível para o consumo dos animais. O consumo de água diminui à medida que a sua temperatura aumenta. As aves são capazes de identificar diferenças de temperatura da água de até 2°C. A resposta em relação a temperatura da água desencadeia-se no nervo lingual da ave e isto ocorre quando a

temperatura da água atinge 24°C. Com a temperatura da água em 36°C, a atividade nervosa nesta região é dez vezes superior àquela com 24°C. Assim, de acordo com esta evidência, é possível concluir que as aves preferem água com temperatura igual ou inferior a 24°C (LEESON; SUMMERS, 2001; BEKER; TEETER, 1994; MACARI, 1996) (Tabela 19).

Leeson e Sumers (1997) mostraram, em poedeira, que o aumento de consumo de água ocorre com o aumento da temperatura do ambiente (Tabela 20). Nestes casos, a redução da temperatura da água favorece a produtividade das aves.

Tabela 19. Efeito da temperatura da água no desempenho de frangos submetidos ao estresse térmico

Parâmetros	10,0°C		26,7°C		43,3°C	
Consumo água, mL	412ab	452a	348c	429ab	344c	353bc
Consumo ração, g/d	107b	115a	106b	109ab	103bc	94c
Ganho peso, g/d	46a	52a	41b	49a	42b	39b
Eficiência alimentar g/g	0,42ab	0,42ab	0,40ab	0,43a	0,38b	0,40ab
Mortalidade%	11	9	10	7	11	9

Adaptado de Beker e Teeter, 1994. P<0,05

Programa de luz

A luz é outro fator ambiental que pode influenciar o consumo de água pelos frangos de corte. Podemos observar dois picos de consumo de água distintos: o primeiro logo após o início do período de luz, e o segundo pouco antes do início do período de escuro. O consumo de água normalmente começa a reduzir uma hora após o início do período de escuro. Isso indica que as aves antecipam o período de escuro (FAIRCHILD; RITZ, 2009) (Figura 6).

Tabela 20. Efeito da temperatura da água no consumo de dieta em ambiente quente (33°C)

Parâmetro	32°C	33°C
Consumo ração/dia g	63,8	75,8
Produção ovos %	81	93
Peso ovos g	49,0	48,5

Adaptado de Leeson e Summers, 1997.



Figura 6. Padrão de consumo de frangos de corte em função do programa de luz (FAIRCHILD; RITZ, 2009)

Composição nutricional do alimento

Proteína da dieta

Quanto maior o teor de proteína da dieta maior as perdas de água, em função da necessidade de manter a homeostase do trato digestivo e, portanto, maior o consumo de água. Além disso, menor produção de água metabólica também é verificada em comparação com dietas ricas em carboidratos, aumentando as necessidades de consumo de água. Quanto mais o balanço de aminoácidos desvia do ideal, maior será a necessidade de água para o metabolismo da proteína. O déficit de água é equivalente a 350 g/100 kcal de proteína (BROOKS; CARPENTER, 1990).

A fonte de proteína utilizada e o tipo de dieta também influenciam o consumo de água. Veira et al. (2006) observaram que frangos de corte alimentados com dietas cuja fonte de proteína foi farinha de carne apresentaram um consumo de água 19% menor do que animais alimentados com dietas contendo como fonte de proteína o farelo de soja (Tabela 21).

É possível que esse aumento do consumo de água nas dietas a base de vegetais, seja devido ao aumento da concentração de potássio da dieta. É bem estabelecida a relação do aumento de água pelos animais decorrente do aumento da concentração desse íon, os frangos consomem 3,29 mL de água a mais para cada 1 mEq de potássio na dieta (SMITH et al., 2000).

O aumento do teor de proteína na dieta aumenta o consumo de água e também a relação água: alimento. Este fenômeno torna-se mais relevante quando a dieta tem um teor de proteína acima ou abaixo do desejado. Nestes casos, o excesso de aminoácidos não empregados para síntese deverão ser catabolizados e excretados na forma de ácido úrico, através da urina. Este aumento de excreção impõe um aumento de perda de água (MARKS; PESTI, 1984).

Tabela 21. Consumo de água de frangos de corte alimentados com dietas com proteína animal ou vegetal contendo óleo de soja ou óleo acidulado de soja de três a dez dias de idade

Tratamento	Consumo de água, mL/frango
Proteína Animal	331 a
Proteína Vegetal + OÓleo de Soja	403 b
Proteína Vegetal + Óleo Acidulado de Soja	386 b
Probabilidade <F	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Adaptado de Vieira et al., 2006

Forma física da dieta

Marks e Pesti (1984) demonstraram que dietas peletizadas ou peletizadas e moídas proporcionam aumento no consumo de alimento e também de água. Porém, é importante considerar que o aumento de consumo de água provavelmente não é devido à forma física da dieta, mas sim ao aumento de consumo que ela promoveu. Como consumo de ração e de água estão correlacionados, a forma física provavelmente não é a causa, mas sim, o efeito.

Balanço de eletrólitos da dieta

O balanço de eletrólitos pode ser definido como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma, podendo influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes como aminoácidos, minerais e vitaminas (PATIENCE, 1990).

Os íons sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) são fundamentais na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico dos líquidos corporais; sendo os principais íons considerados nas equações que estimam o balanço eletrolítico das rações, a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal (MONGIN, 1981; BUTCHER; MILES, 1994).

O potássio é o principal cátion do fluido intracelular, enquanto que o Na^+ e o Cl^- são os principais íons do fluido extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons. Em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. A suplementação de potássio favorece o consumo de água (PATIENCE, 1990; SWENSON; REECE, 1993; BEKER; TEETER, 1994; ÉVORA, 1999; AHMAD et al., 2008).

O nível de sódio na dieta proporciona aumento no consumo de água, acompanhado do aumento do consumo de ração (MAIORKA et al., 1998; VIEIRA et al., 2000; KRABBE, 2000) e está relacionado com o ganho de peso e com a conversão alimentar dos frangos. O mesmo efeito ocorre em relação ao nível potássio. As diferentes fontes de soja e o melaço, fontes ricas em potássio são ingredientes que promovem um aumento no consumo de água pelos frangos de corte. (MARKS, 1987; BEKER; TEETER, 1994).

O nível de sódio da dieta na primeira semana não interfere na excreção de água, o que põe em cheque o paradigma que relaciona piora da qualidade de cama em situações de aumento da suplementação de sódio (Tabela 22). O aumento de sódio proporcionou redução da matéria seca das carcaças, identificando um aumento de retenção de água em resposta ao aumento do teor de sódio da ração (Tabela 23) (MAIORKA et al.;1998; VIEIRA et al., 2000).

Dentre os principais mecanismos utilizados para o controle de sódio corporal, tem-se o sistema renina-angiotensina, o hormônio ADH e o mecanismo da sede. Quando há excesso de sódio na dieta, ocorre aumento na osmolalidade que estimula a liberação de ADH e proporciona a sede. A água ingerida, dilui o líquido extracelular e restaurará a concentração de Na^+ a níveis normais. No entanto a água eleva o volume do líquido extracelular, promovendo inibição da secreção de aldosterona e o aumento na taxa de filtração glomerular. O excesso de sódio e água serão excretados. No caso de deficiência de Na^+ no líquido extracelular, a taxa de filtração glomerular diminuirá e estimulará a liberação de aldosterona pelo córtex da suprarrenal. A aldosterona tem efeito sobre a secreção do K^+ a partir das células tubulares para o lúmen (SWENSON; REECE, 1993).

Tabela 22. Efeito da suplementação de sódio no consumo de água (mL), no consumo de ração (g), no ganho de peso (g), na conversão alimentar (g/g) e na umidade da excreta (%) de pintos na primeira semana de idade

Sódio (%)	Consumo Água	Consumo Ração	Ganho peso	Conversão Alimentar	Umidade Excreta
0,10	213a	124a	67a	1,85a	68,3
0,22	282b	139b	104b	1,34b	69,7
0,34	303bc	148b	116bc	1,28b	70,9
0,46	322c	147b	119c	1,24b	71,0

Adaptado de Maiorka et al., 1998.

Tabela 23. Efeito da suplementação de sódio na matéria seca das carcaças de frangos com quatro e sete dias de idade

Nível de sódio (%)	Matéria seca da carcaça (%)	
	4 dias	7 dias
0,12	24,2 a	25,7 a
0,24	21,5 b	24,4 b
0,36	21,2 b	24,6 b
0,48	21,3 b	24,3 b
Probabilidade	0,0001	0,05

Adaptado de Vieira et al., 2000

Ácidos orgânicos

Os acidificantes, utilizados tanto nas dietas como também na água de consumo de aves, têm como objetivos reduzir o pH do meio e auxiliar no controle de micro-organismos patogênicos. Alguns acidificantes podem promover o aumento do consumo de água.

Viola (2006) não observou efeito de consumo de água em frangos de corte, utilizando bebedouros tipo pendular em função da adição de ácidos orgânicos na água de bebida ou de antibióticos promotores de crescimento na dieta nos períodos de 1 a 7, 7 a 21 e 21 a 35 dias de idade (Tabela 24).

Tabela 24. Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, mL/ave/dia

	Período (dias)		
	1 a 7	7 a 21	21 a 35
Controle Positivo	66	138	352
Controle Negativo	68	151	354
Mistura A ^(8/4,5/2,5)	68	148	363
Mistura B ^(10/6/3)	68	152	361
Mistura C ^(4/2/1)	68	148	351
Mistura C ^(3/3/1)	68	142	347
Mistura D ^(5/2,5/1)	66	144	457
Mistura D ^(3/3/1)	68	146	351
Média	67	146	355
Coeficiente Variação, %	3,75	8,90	7,08

Adaptado de Viola, 2006

Tipo e regulação dos bebedouros

Três tipos básicos de bebedouros têm sido utilizados na avicultura, o bebedouro tipo calha, o bebedouro pendular e o bebedouro de nipple. Bebedouros tipo nipple acarretam um consumo de água bem menor em comparação com bebedouros do tipo pendular, tanto no volume total ingerido, como pelo consumo por ida ao bebedouro, independente de qualquer outro fator que possa interferir (MAY et al., 1997). Nas Tabela 25 e 26 são apresentados os dados de consumo de água em resposta ao tipo de bebedouro.

O bebedouro tipo calha, embora prático, exige fluxo constante de água, é obrigatoriamente fixo, o que atrapalha o funcionamento e a higienização dos galpões. Por ser um sistema aberto também fica mais sujeito a contaminações do meio. Atualmente está em desuso nos sistemas intensivos de criação. Os bebedouros tipo calha têm como principal vantagem o fornecimento de água sem restrições, a facilidade de inspeção e limpeza e o baixo custo de operação. Porém, apresentam

algumas desvantagens como maior facilidade de contaminação, exige limpeza frequente e maior mão de obra, maior perda de água e consequentemente, maior umidade de cama.

Duas considerações importantes devem ser levadas em conta. A primeira delas é a altura dos bebedouros, estes devem ser regulados na projeção do dorso dos frangos. Bebedouros regulados baixos não permitem o consumo adequado pois as aves não têm como succionar a água, pela ranhura no palato e pela anatomia do bico. Os bebedouros regulados baixos prejudicam o consumo e aumentam o desperdício de água. Já quando regulados altos dificultam a chegada dos frangos para se posicionarem para beber; e a segunda é a quantidade de água nos bebedouros, ela varia com a idade dos frangos. Na primeira semana os bebedouros devem ficar bem cheios, aproximadamente 90% de sua capacidade. À medida que os frangos vão ficando mais velhos, a quantidade de água deve ir diminuindo, até que aos 21 dias de idade a quantidade de água deve corresponder a $\frac{1}{3}$ da capacidade dos bebedouros. Este procedimento deve ser considerado para não haver restrição de consumo de água no início da vida dos frangos e para não haver desperdício de água quando os frangos ficarem mais velhos.

Os bebedouros pendulares, também conhecidos como bebedouro tipo sino pelo seu formato, são uma visão moderna dos bebedouros de sifão ou de pressão, outrora enchidos manualmente. Neles a água é distribuída em pratos, a base de um copo invertido ou sino, é mantido em nível constante por ação de uma bóia ou válvula. Apresenta vantagem de fornecer água continuamente, sem restrições de consumo pelas aves, é de fácil instalação e manutenção e tem custo relativamente baixo, porém por ser um sistema aberto apresenta maior propensão à contaminação e necessidade de limpeza diária o que aumenta a necessidade de mão de obra. Quando utilizados, recomenda-se 2,5 cm/frango de corte e um metro linear com acesso pelos dois lados para 80 aves. Recomenda-se entre 80 e 100 aves/bebedouro.

Para aves de um dia de vida deve ser fornecido pelo mínimo, seis bebedouros pendulares (40 cm de diâmetro) para cada mil frangos. Fontes adicionais de água na forma de bebedouros infantis (6/1.000 frangos) também podem estar disponíveis. À medida que os animais vão se desenvolvendo e a área dos aviários utilizada vai aumentando, no mínimo 12 bebedouros pendulares deverão ser utilizados para cada mil animais, distribuídos em todo aviário de forma que todos os animais tenham acesso, nenhum frango deve ficar a uma distância superior a dois metros da fonte de água. Até o terceiro dia de idade, os bebedouros infantis podem ser retirados gradativamente, de forma que todos os animais estejam bebendo nos bebedouros automáticos.

Nos bebedouros pendulares, a altura da água deve atingir $\frac{3}{4}$ da altura do prato até os 21 dias de idade e $\frac{1}{2}$ do volume de 22 dias até o abate. A altura dos bebedouros deve ser verificada diariamente, de forma que a base do bebedouro fique na altura das costas das aves a partir dos 18 dias de idade, isso reduz a contaminação com fezes e as perdas de água (Figura 7).

Tabela 25. Ingestão de água de frangos de corte em diferentes bebedouros na temperatura de termoneutralidade

Idade	Consumo, mL		Idas ao bebedouro		Consumo (mL)/ida	
	Pendular	Nipple	Pendular	Nipple	Pendular	Nipple
7 dias	13	2	36	140	0,37	0,012
14 dias	14	2	38	123	0,37	0,012
21 dias	18	5	20	186	0,93	0,027
28 dias	21	4	21	150	0,99	0,027
35 dias	29	4	36	175	0,80	0,024
42 dias	33	4	25	183	1,31	0,020
49 dias	40	5	26	215	1,52	0,023

Adaptado de Bruno et al., 2000.

Tabela 26. Consumo de água dos frangos de corte a 21°C em função dos diferentes bebedouros e sexo, litros/1000 aves/dia

Idade, dias	Bebedouro nipple sem copo			Bebedouro nipple com copo			Bebedouro pendular		
	Machos	Fêmeas	Misto	Machos	Fêmeas	Misto	Machos	Fêmeas	Misto
7	54	51	53	58	54	56	61	58	59
14	101	94	98	107	100	104	113	106	110
21	160	146	152	170	155	162	180	164	171
28	224	197	211	238	209	224	252	221	238
35	274	230	253	291	245	269	308	259	284
42	318	259	290	338	275	308	358	292	326
49	349	274	312	371	291	332	392	308	351
56	362	272	318	384	289	338	407	306	358

Adaptado de Agrocerec Ross, 2004.

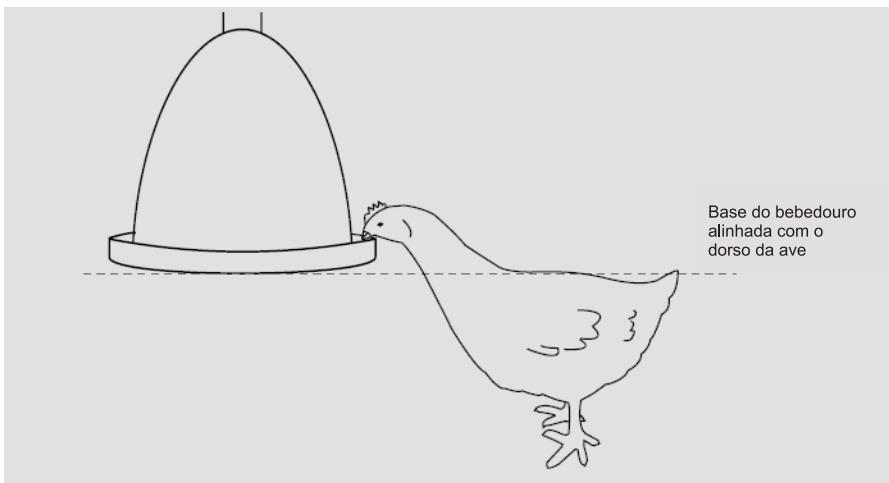


Figura 7. Diagrama de ajuste de bebedouros tipo pendular (Agrocerec Ross, 2004)

Bebedouros (tradicionais de sistema aberto):

1. Para pintos de um a seis dias, um bebedouro infantil 1/80 aves.
2. Desde o primeiro dia do alojamento os bebedouros pendulares já podem ser colocados à disposição das aves, melhorando a disponibilidade do fornecimento de água para as mesmas quando associados aos bebedouros infantis. No caso de utilizar somente os bebedouros

pendulares para o alojamento, deve-se ter o máximo de atenção quanto a regulagem da altura do bebedouro e da lâmina d'água, evitando que as aves se molhem ou tenham dificuldades ao acesso. Neste caso a relação inicial deve ser de um bebedouro para cada 150 pintos.

3. Manter a altura da água entre o dorso e os olhos do pinto em bebedouros pendulares. O pinto não deve abaixar a cabeça para tomar água.

Após a liberação das aves em todo galpão:

1. Utilizar um bebedouro pendular para 80 aves e, no caso de bebedouros tipo calha, dois centímetros lineares de calha por ave.
2. As aves não devem andar mais de 2,5 metros para chegar à água.
3. A água de beber deve estar sempre limpa e fresca. Comprovar a qualidade química e microbiológica da água, e manter como norma 3-5 ppm de cloro livre no bebedouro.

Já os bebedouros tipo "nipple", ou mamilo como a tradução simples impõe, representam um sistema de fornecimento de água fechado, portanto fornece água limpa e fresca sem maiores riscos de contaminação. Neles a ave libera a água pelo contato simples com o bico do nipple. Considerações em relação a altura e a vazão desses bebedouros se fazem importantes.

A altura dos bebedouros é extremamente crítica. Os bebedouros tipo nipple necessitam ajustes diários de altura. Os pinos de saída de água devem estar ajustados na altura dos olhos das aves no dia do alojamento. A partir do terceiro dia de idade a altura dos nipples deve ficar acima da altura da cabeça das aves de forma que as mesmas atinjam os pinos com a ponta do bico ao levantarem a cabeça, de tal forma que quando os frangos se posicionam para beber água, o ângulo da cabeça deve ficar em torno de 45°. As linhas de distribuição devem ser mantidas paralelas ao nível do piso de forma a permitir o acesso das aves a todos os nipples.

Uma maneira prática de controlar a altura dos bebedouros é definir a altura ideal para o tamanho dos frangos, marcá-la com um elástico em uma das pernas, e caminhar pelo galpão acertando todos os bebedouros ou linha dos nipples com a mesma altura. Outro problema comum com os bebedouros é o número inadequado deles dentro do galpão e/ou uma má distribuição deles dentro do galpão.

Funcionam com baixa pressão e apresentam como principal vantagem a redução no desperdício de água, porém, necessitam estar regulados de forma precisa para evitar restrição hídrica ou gotejamento de água. No verão, bebedouros regulados altos reduzem ainda mais o consumo de água. Com relação à vazão, cada tipo de bebedouro recomenda valores crescentes de vazão, de acordo com a idade dos frangos. Esta medida deve ser feita semanalmente, para evitar uma restrição de consumo de água.

É recomendado que a vazão dos bebedouros fosse até o limite de 60 mm/min, os frangos de corte não aproveitam fluxos de água maiores. Existem dois tipos de bebedouros de nipple, os de baixo fluxo, que demandam maior tempo para o consumo e os de alto fluxo, que permitem maior consumo de água em menor tempo, mas necessitam de receptáculo coletor de água para evitar molhar a cama. É recomendada uma relação de 20 frangos/nipple.

No mesmo caminho surgem os bebedouros de copo onde a ave tem acesso à água através de copinhos acoplados a nipples, que no caso são instalados em posição inversa aos bebedouros de nipple comuns. Apresenta desvantagens, como o alto custo de instalação e necessidade de manutenção. Em alguns casos é verificado menor ganho de peso das aves utilizando os bebedouros tipo nipple, que pode estar relacionado a diferentes fatores, por exemplo, nos bebedouros pendulares ocorre maior quantidade de trocas térmicas, auxiliando no resfriamento do corpo, uma vez que os animais ao beber a água muitas vezes acabam molhando as barbelas, o que não ocorre nos bebedouros tipo nipple, o sistema muitas vezes pode não oferecer vazão suficiente

e os animais não tem acesso as necessidades de água ou até mesmo algumas linhas ou os nipples de parte da linha ficam sem água. Devem ser instalados um nipple para cada 12 aves inicial e oito a nove frangos nas fases finais. Os bebedouros nipple são menos propensos a causar derramamento de água, cama molhada e talvez por isso sejam preferidos em relação aos bebedouros pendulares. Os sistemas de nipple oferecem água com menores níveis de contaminação por bactérias que os sistemas abertos convencionais. O ajuste de altura dos sistemas de nipple deve ser controlado com cuidado diariamente. Nas fases iniciais as linhas de nipple devem ser ajustadas em ângulo de 35 a 45° com o piso, enquanto os frangos estiverem bebendo, a medida que as aves crescem, os nipples devem ser erguidos para que as costas das aves formem ângulo de aproximadamente 75 a 85° com o piso e para que as aves possam se esticar ligeiramente para tomar água (Figura 8).

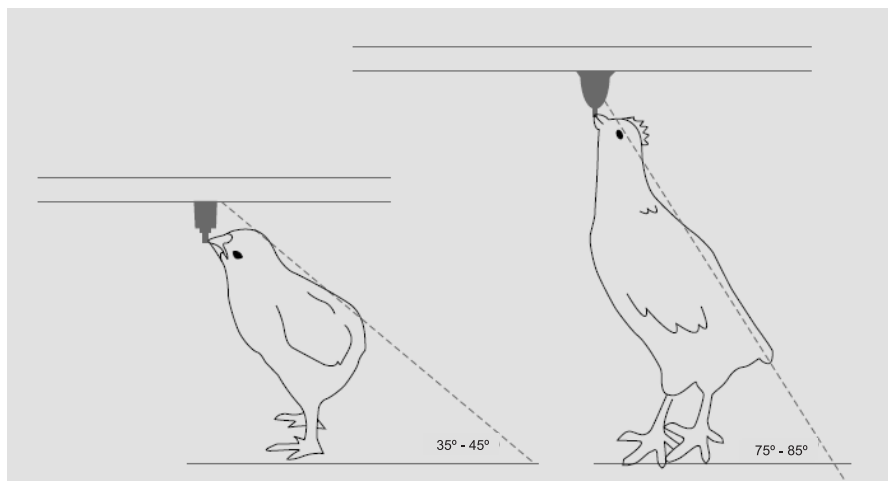


Figura 8. Ajuste de bebedouro tipo nipple (Agroceres Ross, 2004)

Em galpões com ambiente controlado, os nipple são muito eficazes, porém, em galpões abertos com altas temperaturas, os bebedouros nipples podem ocasionar sérios problemas, quando não manejados adequadamente. O objetivo do sistema de bebedouros nipple é obter

um fluxo de água suficiente para que as aves possam tomá-la com facilidade e rapidez, sem se cansar. Deve haver um equilíbrio entre a facilidade de ativar o nipple e o fluxo de água.

1. Cada fabricante de nipple tem vários modelos de diferentes fluxos ou vazões de água. É importante estudar cuidadosamente o sistema de nipple necessário para sua operação e visitar granjas com o sistema instalado.
2. Para a criação de pintos de corte, é recomendado um fluxo de 30 até 150 cc de água/minuto/nipple conforme Tabela 27.
3. O sistema de nipple reduz a mortalidade nos pintos por manter a água com baixo nível de contaminação.
4. Em altas temperaturas, o bebedouro com baixo fluxo de água pode causar severo atraso no ganho de peso devido ao baixo consumo da mesma e consequentemente das rações.
5. Deve-se calcular uma densidade final de 10 a 13 aves por nipple ou conforme o peso definido para abate.
6. Durante os dois primeiros dias de idade, os pintos devem concentrar-se ao redor da linha de nipples, não ultrapassando neste período a relação de 24 pintos/nipple.

Tabela 27. Idade (dias) e vazão de água de bebedouros tipo nipple, cm³/min

Idade	Vazão, cm ³ /min
1 a 20 dias	30
21 a 35 dias	60
36 dias ao abate	Acima de 90, ideal 130

Adaptado de Cobb-Vantres, 2008.

7. Devemos manter a altura do nipple de tal maneira que a ponta metálica do nipple (chupeta) fique na altura dos olhos dos pintos, durante as primeiras duas horas depois da recepção, e deixar que se forme uma gota na ponta da chupeta. Deve-se elevar a linha de bebedouros de tal forma que o pinto beba a água em um ângulo de 45 graus. Quando a linha do nipple move-se muito, é indicação de que o fluxo de água (pressão) ou a linha está muito baixa.

8. Para um perfeito controle de altura dos bebedouros nipple, é necessário, antes do alojamento dos pintos, nivelar a cama abaixo das linhas de nipples. Antes da chegada dos pintos, regular a altura dos bebedouros nipple, usando régua base no indicador de idade para o primeiro dia.

Observação:

- Nas primeiras horas, depois do alojamento dos pintos, o nipple deverá ficar na altura dos olhos dos pintos.
 - Ao fim do dia, deve-se suspender o nipple para que os pintos possam passar por baixo sem encostar (Figura 9).
 - Do quarto dia até o abate a ave deve formar um ângulo de 45 graus entre a base do bico e o nipple (Figura 10).
9. Deve haver 80 a 100 cm de distância entre a linha de bebedouros e o comedouro mais próximo.
10. O tubo de água deve ser limpo sempre depois de qualquer tratamento com medicamentos ou vacinas. Pode-se utilizar vinagre diluído na proporção de um litro/1.000 de água.
11. Recomendamos a instalação de um hidrômetro para cada galpão, permitindo o registro do consumo de água diariamente e descobrir com rapidez problemas com o fluxo de água por linha.
12. Os pintos preferem água um pouco ácida (pH 6.3-6.9). Adicionar 500 mL de ácido acético (vinagre)/m³ de água continuamente (se o pH permite) para manter o sistema limpo e, em períodos de calor, estimular o consumo de água.
13. Colocando papel grosso, papelão, distribuição de ração manual ou tubulares, ao lado da linha do bebedouro, no primeiro dia de alojamento, ajudará os pintos a aprenderem mais rapidamente a tomar água, evitando-se assim, a desidratação.

Notas importantes:

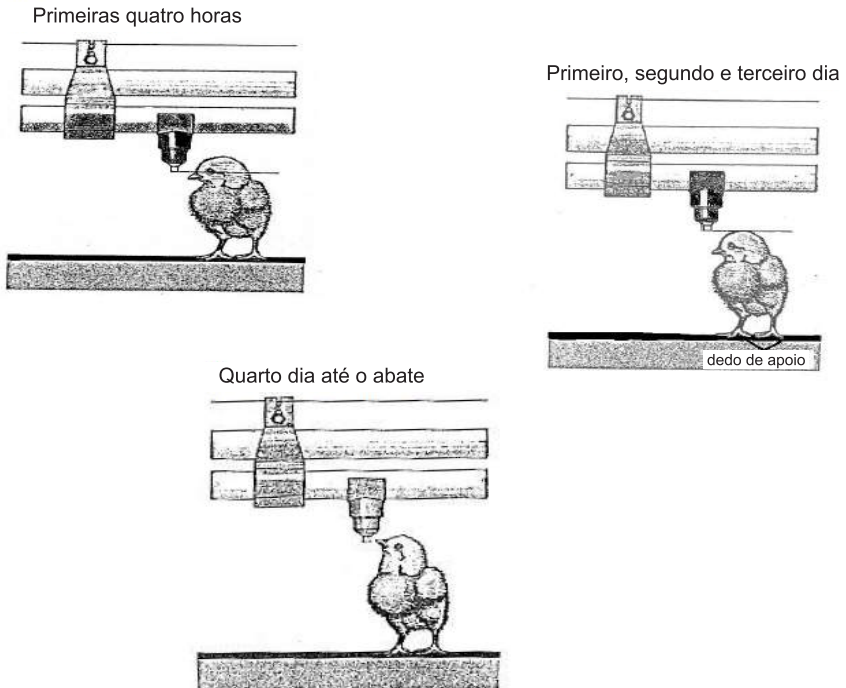
- O erro maior e mais comum é manter as linhas dos bebedouros.
- Verificar a altura das linhas diariamente.

Na Tabela 28 são apresentadas as necessidades mínimas de bebedouros para cada mil frangos de corte.

Tabela 28. Número mínimo de bebedouros para cada mil frangos de corte

Tipo de bebedouro	Necessidade mínima/1.000 frangos
Infantil	10
Pendular	12
Nipple	40 (0 a 4 dias)
Nipple	83 – adultos, densidade normal
Nipple	120 – adultos, alta densidade

Adaptado de Agrocerec Ross, 2004.

**Figura 9.** Manual Frango de Corte (AVIAN48 PLANALTO, 2006)

Restrição de consumo de água

A recomendação de uso de restrição alimentar com o intuito de melhorar a qualidade da cama através da redução das perdas urinárias e fecais é bastante comum. As evidências com relação a este parâmetro são positivas. Porém, quais são as consequências em relação as características produtivas, fisiológicas e imunitárias?

Leeson e Summers (1997) citaram um trabalho de Kellerup et al. (1971), onde os autores forçaram uma restrição de consumo de água aos frangos. Pelo trabalho, pode ser visto a redução significativa de consumo de alimento pelas aves causadas pela restrição no consumo de água (Tabela 29). Entretanto, pela interpretação dos dados, pode ser verificado que a mais marcante redução de consumo de ração ocorreu nos primeiros 10% de restrição de água. Esta informação é muito importante, pois demonstra que os frangos devem ter água à disposição, sempre à vontade e, em condições de ser bebida. Uma pequena restrição compromete o seu desempenho.

Existe uma íntima relação do consumo de água com o consumo de alimento. E essa relação é um importante indicativo de eficiência de utilização dos alimentos pelos frangos. Monitorar o consumo diário de alimento e água é um procedimento importante e que deve ser considerado e monitorado. Suas equações de predição sugerem que para cada aumento de consumo de 5 g de ração ocorre um aumento de consumo de água de 8,5 mL (SAVORI, 1978; MARKS, 1981; VAN KAMPEN 1983; MARKS 1985).

Em poedeiras, Van Kampen (1983) demonstrou que quanto maior a relação consumo de água/consumo de ração, maior é a eficiência de utilização do alimento.

A restrição alimentar também provoca alterações fisiológicas e de imunidade dos frangos que não devem ser ignoradas. Bailey (1999), revendo a literatura, identificou que a restrição ao consumo de

água promove um aumento significativo de ácido úrico, de uréia, de proteínas totais, de glicose, de potássio, de sódio e de cloro e de células vermelhas no sangue, além de um aumento do hematócrito. Os rins também são afetados pela restrição de água. Gross e Chickering (1987) observaram que aves com restrição de água, por 48 horas, tiveram reduzida a resistência ao desafio por *Escherichia coli*. A restrição de consumo não ocorre somente por falta de água nos bebedouros. A restrição pode ocorrer em casos em que a temperatura da água esteja muito elevada, e faz com que os frangos reduzam o seu consumo, ou pela posição dos bebedouros, que pode comprometer o consumo à vontade de água. Esta é a razão pela qual em todos os galpões de frangos devem ser instalados medidores de consumo de água. Qualquer redução no consumo diário deve ser avaliada e pode representar problemas para o desempenho futuro dos frangos.

Tabela 29. Efeito da restrição de consumo de água no consumo de alimento

Idade, Semanas		Percentual de restrição de água				
		10	20	30	40	50
0		À vontade				
2	200	168	168	150	168	141
4	363	358	372	327	308	290
6	603	531	494	472	440	431
8	776	667	644	612'	572	522
Total	3516	3171	3052	2836	2740	2581
Dif. do consumo à vontade (%)	100	90,2	86,8	80,6	77,9	73,4

Adaptado de Leeson e Summers, 1997.

Comportamento animal

Foi observado por Viola (2003) que as aves desenvolvem um padrão de consumo característico quando a água é fornecida à vontade, porém esse padrão é alterado de acordo com a disponibilidade e o manejo da água. Nos períodos em que ocorre restrição de água as aves ficam sentadas e sem se alimentar, apresentando sonolência. A restrição de

água pode resultar em aumento da frequência cardíaca e respiratória, da temperatura retal, da dormência e ou ardor nas extremidades, aumento da concentração e redução do volume do sangue, e maior dificuldade de circulação. Esses podem resultar em diferentes sintomas secundários como náuseas e perda de apetite (LOYD et al., 1978). Ao receberem água as aves com restrição hídrica ingerem toda a água possível até atingir o limite físico do papo, e após procuram ingerir alimento, sendo frequentemente observados casos de regurgitamento de água (BROOKS, 1994, VIOLA, 2003).

Qualidade de água para consumo

Não existe nada comparado a água pura. Toda água contém substâncias em solução ou suspensão, muitas das quais podem afetar a palatabilidade da água. Em diferentes regiões do mundo a disponibilidade de água é o fator mais limitante para a produção de frangos de corte. Entretanto, em muitas regiões, mesmo a água sendo disponível a sua qualidade limita a produção. Preservar a quantidade de água e a sua qualidade é fundamental, se o objetivo é obter desempenho adequado e economicamente conveniente. Em geral, águas de superfície são mais difíceis de manter a qualidade do que águas de poços artesianos. De nada adianta a água estar à disposição se não há consciência da importância da manutenção de sua qualidade. O fornecimento de água de qualidade é fundamental. Em algumas situações a fonte de água é bastante boa e a qualidade é perdida pelo mau armazenamento, onde são empregados reservatórios sujos, não cobertos, passíveis de serem alcançados por pássaros, ratos e outros animais ou, mais facilmente, contaminados pelo ar. Também podemos perder a qualidade da água devido a problemas no sistema de distribuição, onde os resíduos de minerais e micro-organismos estão presentes. Proteger os reservatórios e os encanamentos é um procedimento indispensável.

Para o consumo de animais, a legislação brasileira através da RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357 de 17/03/2005 (CONAMA, 2005), estabelece a utilização de água da classe 3. Diferentes estudos indicam que a água destinada ao consumo animal, deve ter as mesmas características da água potável consumida pelos seres humanos e que para limpeza das instalações deve-se usar água isenta de micro-organismos, com baixo nível de dureza e pH entre 6-8. Em resumo, para ter uma produção animal de qualidade deve-se dar a água uma importância semelhante a que se dá a outros fatores de produção como instalações, alimentação e manejo (VIANA, 1978; AMARAL, 2001).

Características físicas e químicas

A água é uma substância que tem como características ser inodora, insípida e transparente, sendo essencial ao desenvolvimento e sobrevivência de todos os seres vivos. A alteração da qualidade da água percebida pelo ser humano através dos seus sentidos dá-se pelas características físicas. O sabor e odor são características não desejáveis para a água (BRASIL, 2004), isto é, não devem aparecer em água de boa qualidade, sendo suas detecções bastante difíceis, pois dependem exclusivamente da sensibilidade dos seres humanos. O sabor e o odor são originados por produtos de decomposição da matéria orgânica, atividade biológica de micro-organismos ou de fontes industriais de poluição. Já as alterações da cor indicam a presença de substâncias orgânicas, oriundas dos processos de decomposição e de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton e despejos industriais. A turbidez, por sua vez, diz respeito à alteração da intensidade da penetração da luz nas partículas em suspensão na água (plâncton, bactérias, argilas, material poluente fino e outros), que provocam a sua difusão e absorção (FIGUEIREDO, 1999; MACÊDO, 2001).

Embora seja o nutriente mais importante, a água também é um veículo para a transmissão de moléstias infecto-contagiosas e intoxicações. A água permite o desenvolvimento de fungos, produtores de micotoxinas,

quando em contato com as rações, o crescimento de larvas de mosca no esterco, além de bactérias e ratos. A água dos reservatórios pode causar intoxicações por ingestão de algas ou algum contaminante como metais pesados, sais, inseticidas, herbicidas.

Os parâmetros químicos são importantes para caracterização da qualidade da água, permitindo sua classificação pelo conteúdo mineral, A determinação de seu grau de contaminação e evidencição dos picos de concentração de poluentes tóxicos (MACÊDO, 2001). As Tabelas 30 e 31 apresentam sugestões de concentrações máximas dos elementos e compostos presentes na água, segundo diferentes referências, para manutenção da saúde e produtividade das aves.

Tabela 30. Níveis de elementos, compostos químicos e indicadores bacterianos, sugeridos para água de consumo de aves de exploração comercial

Ítem	Vohra, 1980	CONAMA, CLAS. 3	Água, 1988	Leeson e Summers, 1997	Curtis et al., 2001		Van Gulick, 2003*	BRASIL, 2004
					Média	Máximo		
pH	6,0-9,0	6,0 - 9,0	6,4 - 8,5	6,0-8,5	6,8-7,5	6,8-8,0	5,0 -8,0	6,0 - 9,5
			Minerais, mg/L					
Dureza	180		110		60-180	110		500
Alumínio		0,1	0,05					0,2
Cálcio	600		600		60			
Chumbo		0,05			0,02			0,01
Cloro					14	250		2
Cobre		0,05			0,002	0,6		2
Enxofre								
Ferro		5	25	500	0,2	0,3	<0,5	0,3
Fósforo			0,1					
Magnésio	350		125	200	14	125		
Nitratos		10	20	50	10	25	< 25	10
Nitritos		1			0,4	4	<0,1	1
Potássio	10							
Selênio		0,01		500				0,01
Sódio	1000		50	500	32	50	< 50	200
Sulfatos	500	250		1000	32	250	< 100	250
Zinco		5	5		1,5		< 5	5
			Bactérias (UFC/100mL)					
Coli total		20.000	0		0	100		0
Coli Fecal		4.000	0		0	50		0

Tabela 31. Valores de microelementos na água para frangos de corte

Fator	Concentração mg/L
Sólidos totais	2.500
Alcalinidade total	500
Cálcio	500
Magnésio	125
Sódio	500
Bicarbonato	500
Cloro	1.500
Fluor	1
Nitrato	25
Nitrito	4
Sulfato	250
Cobre	1
Cadmio	0
Sal – frangos crescimento	590
Sal – postura	1.000
Ferro	0

Adaptado de Bell e Weaver, 2002.

Sólidos dissolvidos totais (SDT)

Também é conhecida por salinidade. Oferece uma boa referência da qualidade química da água. Representam efetivamente uma medida de salinidade. A salinidade pode ser derivada de substâncias orgânicas ou inorgânicas dissolvidas na água. Os minerais que normalmente mais contribuem para os valores de SDT são cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre. Segundo o NRC (1994), à medida que o SDT aumenta, a qualidade da água piora, causando a repulsa para o consumo de água e a perda de desempenho zootécnico (Tabelas 32 e 33).

Quando a salinidade da água aumenta, as aves aumentam o consumo de água até o momento que pode ocorrer recusa de consumo por excesso de salinidade. As aves têm capacidade de se adaptar quando

submetidas a água de qualidade indesejada. Em casos extremos, quando conhecidos os minerais que predominam na água, eles podem ser retirados total ou parcialmente da formulação das dietas. Outra alternativa para situações em que o valor de SDT é elevado, é o uso de substâncias trocadoras de íons. Estas substâncias são colocadas em colunas por onde a água deve passar, retraindo os minerais que estão em excesso na água (normalmente sais de cálcio e magnésio). As aves apresentam a capacidade de adaptação às águas salinas, porém trocas abruptas de água de boa qualidade para água com salinidade elevada podem ocasionar problemas. A tolerância à salinidade varia com a idade, estação do ano, necessidade de consumo de água e condição fisiológica das aves. Águas salinas podem ocasionar aumento de umidade nas fezes, redução ou recusa de consumo, aumento de mortalidade e redução de desempenho, especialmente em perus (LEESON; SUMMERS, 1997).

Tabela 32. Qualidade da água em função dos sólidos dissolvidos totais

Descrição	Concentração (SDT), mg/L
Água Fresca	0-1.000
Água Salobra	1.000 – 10.000
Água Salgada	10.000 – 100.000
Água Levemente Salina	1.000 – 3.000
Água Moderamente Salina	3.000 – 10.000
Água Muito Salina	10.000 – 35.000

Adaptado de Macari, 1995.

Tabela 33. Qualidade da água para aves, de acordo com os valores de SDT

SDT (ppm)	Comentários
< 1.000	Não causa problema a qualquer espécie de aves
1.000-2.999	Satisfatória para qualquer espécie de aves. Pode causar fezes úmidas mas não afeta a saúde ou o desempenho dos animais
3.000-4.999	Má qualidade. Frequentemente causa fezes úmidas Aumenta a mortalidade e diminui o desempenho (perus)
5.000-6.999	Não aceitável para aves. Compromete o crescimento e aumenta a mortalidade
7.000-10.000	Não pode ser usada para aves e pode ser usada para outros animais
> 10.000	Não pode ser usada para qualquer espécie animal

Adaptado de NRC, 1994.

pH

É um indicador geral da qualidade da água, indica o quanto a água é ácida ou alcalina. Toda substância dissolvida na água afeta o pH. O pH da água representa o teor de dióxido de carbono livre, ácidos minerais e sais de ácidos fortes, os quais por dissociação resultam em íons hidrogênio em solução. De um modo geral, a acidez é classificada em carbônica, mineral e orgânica, sendo que as águas naturais normalmente apresentam reação alcalina, embora a acidez não seja necessariamente indesejável (MACEDO, 2001). As aves não diminuíram o consumo de água com pH entre 2 e 10 (VOHRA, 1980), embora o nível recomendado fique entre 6-8 (Tabela 19). O consumo de água com pH de 6 a 8, pode afetar o desempenho de frangos de corte e a produção e qualidade dos ovos. Águas usadas com esse pH podem também provocar a precipitação de antibióticos e interferir na eficiência da cloração da água (GOOD, 1985; POMIANO, 2002). Grizzle et al. (1996) não observaram efeito do consumo de água por frangos com pH 5,75, 6,25 e 6,75, entre os pesos corporal, da bursa de fabricius e o

do timo.

Níveis elevados de acidez podem provocar corrosão nas tubulações e prejudicar a ação de desinfetantes como a clorexidina e compostos de iodo (BLOCK, 1991; FIGUEIREDO, 1999).

Dureza

A dureza da água refere-se, principalmente, à concentração de íons de cálcio e magnésio em solução, formando precipitados de carbonato de cálcio e magnésio, sendo expressa como mg/L de CaCO_3 . Em determinados níveis a dureza causa sabor desagradável à água, incrustações nas tubulações, efeito laxativo e interferência na eficiência de alguns medicamentos e desinfetantes, como por exemplo, a amônia quaternária que tem sua efetividade diminuída (BLOCK, 1991; MOUCHREK, 2003).

A dureza da água influencia na capacidade de sabões e detergentes em formar espuma, característica que também deve ser observada na água utilizada em granjas, interferindo no manejo de limpeza e desinfecção das instalações. Vohra (1980) relata que a dureza não é prejudicial às aves, a menos que os íons estejam presentes em quantidades tóxicas, podendo ocorrer um aumento da mortalidade por doença cardiovascular (NERI et al., 1975). Especula-se se a dureza da água estaria relacionada com o surgimento da síndrome do fígado graxo em poedeiras, embora, Jensen et al. (1977) não tenham conseguido demonstrar esta relação. Para água utilizada em granjas avícolas deve-se ter como ideal o índice de dureza até 60 mg/L, tolerando-se índices até 110 mg/L de CaCO_3 , observando-se a partir deste índice seus efeitos deletérios (POMIANO, 2002).

A alcalinidade é encontrada nas águas sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e resulta da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente silicatos e fosfatos, podendo ser cáustica (MACÊDO, 2001). A qualidade da água

em função da dureza está apresentada na Tabela 34.

Tabela 34. Qualidade da água para aves, em função da sua dureza

Qualidade da água	Dureza (ppm de CaCO_3)
Água normal	< 60
Água moderadamente dura	61 a 120
Água dura	121 a 180
Água muito dura	> 180

Adaptado de Macari, 1996.

Alumínio

Para o alumínio, até a presente data, não está estabelecido o nível máximo na água de consumo para aves. Shoremi et al. (1998) investigaram os efeitos de diferentes concentrações de alumínio na água fornecida aos frangos e observaram que o desempenho diminuiu quando a concentração de alumínio aumenta na água de bebida e que o fígado, a moela, o rim, o coração e o pâncreas tiveram redução significativa do peso. Shoremi e Sridhar (1998) avaliando a adição de alumínio na água, nas concentrações de 10, 20 e 40 mg/L, para frangas e poedeiras adultas durante 14 semanas não verificaram alterações quanto ao consumo de água e ração, peso corporal, produção, peso e qualidade da casca dos ovos, e eficiência alimentar. Os autores notaram que a ingestão de água contendo alumínio na concentração de 40 mg/L reduziu o colesterol na gema dos ovos produzidos.

A presença de cálcio está relacionada com a dureza, sendo de 600mg/L o nível máximo aceitável para água de consumo de aves (Tabela 19). O cálcio raramente causa problemas de intoxicação em aves e o aumento dos seus níveis na água foi correlacionado com melhor conversão alimentar e peso corporal, porém com diminuição da viabilidade do lote (ÁGUA, 1988).

Cobre

O cobre quando detectado em níveis superiores a 0,6 mg/L altera o sabor e o odor da água, sendo que pequenas quantidades são consideradas higienicamente desejáveis. Na forma de sulfato, o cobre tem sido utilizado no controle de algas (MACEDO, 2001; POMIANO, 2002). No organismo animal, embora não seja constituinte da hemoglobina, ele está presente em certas proteínas que participam da liberação do ferro das células que vai ser utilizado na síntese da hemoglobina (LEESON; SUMMERS, 2001).

Chumbo

Com relação ao chumbo, a presença na água em nível superior a 0,02 mg/L, é tóxico para as aves e tende a ser cumulativo no organismo (MACADO 2001; CURTIS et al., 2001). Bahri et al. (1994) avaliaram o padrão de toxicidade do chumbo, expondo as aves a 0, 500, 1000 e 1500 ppm de acetato de chumbo na água de bebida por 45 dias. A concentração de chumbo no fígado elevou-se com o aumento da dose e o tempo de exposição, estando, aos 45 dias, 27 vezes maior do que a do controle e três vezes maior no rim que no fígado. A administração de chumbo na água de bebida em níveis de 20 e 40 mg/kg de peso vivo de ave e 200 mg/L de água de bebida, afetaram a resposta humoral das aves à vacinação contra doença de New Castle (YOSSEF et al., 1995; KUNAR, et al., 1999). Kunar et al. (1998) relataram que ocorre supressão da imunidade mediada por células, em aves que consumiam água contendo 200 mg/L de chumbo.

Cloretos

Os cloretos podem ser encontrados em níveis baixos em águas naturais. Quando encontrados em altas concentrações conferem sabor salgado à água, podendo significar infiltração de águas residuais, urina de pessoas e animais (MOUCHRECK, 2003). O cloro é o elemento mais utilizado para desinfecção da água destinada aos seres humanos e animais, devido ao seu poder bactericida. A cloração da água de beber

resulta em redução do consumo de água, mas não afetou o ganho de peso em frangos (FURLAN et al., 1999). Damron e Flunker (1993) relataram redução no consumo de água e na produção de ovos quando frangas consumiram água com 40 e 60 ppm de cloro, na estação quente. Em poedeiras adultas na estação fresca, não foram afetados a produção, o peso dos ovos e o consumo de ração, quando a água de bebida continha 100 ppm de cloro, entretanto, com 50 ppm de cloro o consumo de água foi afetado. Para água de consumo de aves recomenda-se como nível máximo, 2 ppm de cloro (BRASIL, 2004).

Ferro

O ferro, na maioria das vezes está associado ao manganês conferindo à água sabor amargo adstringente, coloração amarelada e aspecto turvo quando presente em concentração superior a 0,3 mg/L (MACEDO, 2001; CURTIS et al., 2001)., altos níveis de ferro na água utilizada para a lavagem de ovos, propicia a penetração de *Pseudomonas* sp através da casca, aumentando a quantidade de ovos deteriorados (VOHRE, 1980). Em quantidades elevadas na água de bebida, o ferro favorece o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* no intestino e subsequente manifestação clínica de botulismo (PECELUNAS et al., 1999); embora o ferro possa ter uma ação antianêmica para as aves (KARELIN; SAMKHADZE, 1991),.

Magnésio

O magnésio sob a forma de sulfato é conhecido como sal de Epsom e quando está presente em níveis elevados na água de bebida das aves, tem efeito laxativo (CURTIS et al., 2001; MACEDO, 2001). De acordo com Vohra, (1980), poedeiras comerciais consumiram água contendo 1.000 mg/L de sulfato de magnésio ou sódio sem diminuir os índices produtivos. Porém, quando a concentração foi de 4.000 mg/L, o sulfato de magnésio afetou a produção de ovos e o consumo de água.

Potássio

O potássio ainda não teve determinada a concentração máxima para a água de consumo de aves, mas na água potável para seres humanos, está enquadrado como sólido dissolvido e tem sua quantidade máxima determinada em 10 mg/L de água (VOHRA, 1980).

O selênio é considerado tóxico para o ser humano e animais sendo a concentração máxima 0,01 mg/L, o valor máximo para água de consumo humano (BRASIL, 2004). O nível de selênio de 1,4 mg/L de água provocou efeitos tóxicos no sistema hematopoiético de poedeiras adultas e níveis acima de 10mg/kg de peso administrado a um lote de frangos causou alta mortalidade determinada por lesões de degeneração do fígado, rim e miocárdio, além de edema no cerebelo (RADZANOWSKA, 1989; SALY et al., 1993).

Sulfatos

Os sulfatos têm 250 mg/L como concentração máxima descrita para a água de bebida das aves (Tabela 19). Apresentam interesse sanitário para as águas de abastecimento por sua ação laxativa, conferidos pelos sulfatos de Mg e Na (MACEDO, 2001), além da importância na promoção da dureza da água como descrito anteriormente.

Zinco

Os sais de zinco apresentam toxicidade baixa, não causando graves problemas para aves de produção. O nível máximo de 5,0 mg/L é sugerido para a água de consumo. Valores superiores a este proporcionam sabor amargo à água (ÁGUA, 1988; CURTIS, et al., 2001; MACEDO, 2001). Em poedeiras comerciais, 2.320 ppm de zinco na água de bebida durante 20 dias, resultou em redução no consumo em 50% e na queda na produção de ovos, que pode ter sido consequência do menor consumo de ração (STURKIE, 1956). A presença de 20.000 mg/Kg na dieta, acarreta o aparecimento de anorexia, com a redução do consumo de alimento em 90%. O zinco

não absorvido pelo organismo da ave é excretado, sendo eliminado pelas fezes (LEESON; SUMMERS, 2001).

Fósforo

O fósforo se apresenta na água de várias formas, tais como ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico, não apresentando importância sob o aspecto sanitário para a água de abastecimento público (MACEDO, 2001). O maior papel do fósforo, além de ser componente ósseo, ele também é um elemento essencial de compostos orgânicos envolvidos no metabolismo das aves (LEESON; SUMMERS, 2001).

Nitrogênio

O nitrogênio em recursos hídricos pode se apresentar nas formas de nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio molecular e nitrogênio orgânico, sendo que os níveis elevados de nitratos indicam poluição que pode estar ocorrendo há algum tempo, porque estes são os produtos finais da oxidação do nitrogênio. A toxicidade aguda provocada por estes compostos para animais está associada à redução de nitrato a nitrito, que por sua vez oxida o ferro da hemoglobina transformando-o em Fe^{++} , formando a metahemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio às células (MACEDO, 2001; POMIANO, 2002). Existe ainda a possibilidade do nitrito se ligar às aminas e formar nitrosaminas, que são potencialmente cancerígenas (FIGUEIREDO, 1990). Água contendo 10 mg/L de nitrato na forma de NO_3-N é imprópria para o consumo humano (BRASIL, 2004).

A agricultura intensiva e a exploração animal em alta densidade, são responsáveis pelo aumento da concentração de nitratos nas águas subterrâneas. Os efeitos da toxicidade crônica de nitrato/nitrito para as aves incluem inibição do crescimento, diminuição do apetite e agitação (ARKHIPOV, 1989), sendo que para monogástricos o nitrito é 10 vezes mais tóxico que o nitrato (GOOD, 1985). Até a década de 80, a

concentração de 300mg/L de nitrato na água de consumo de galinhas era considerada aceitável (Vohra, 1980). A concentração de nitrato acima de 20 mg/L na água na forma de NO₃N reduz a produtividade das aves; entretanto, níveis entre 3-20 mg/L de água podem causar efeitos indesejáveis na produção das aves (GRIZZLE et al., 1996).

Micro-organismos

Embora seja o nutriente mais importante, a água também é veículo para a transmissão de agentes causadores de doenças, os vírus, as bactérias e os protozoários e também compostos tóxicos; permite o desenvolvimento de fungos, produtores de micotoxinas, quando em contato com as rações, o crescimento de larvas de mosca no esterco, além de bactérias. (GAMA, 1995). A água dos reservatórios pode causar intoxicações por ingestão de algas ou algum contaminante como metais pesados, sais, inseticidas e herbicidas. As aves ingerem entre duas a três vezes o volume de água do que de ração o que evidencia a importância do controle da qualidade da água de consumo, fato normalmente negligenciado. A simples determinação da presença de micro-organismos na água de bebida para frangos de corte não é suficiente, é necessário também determinar a quantidade presente na água (OLIVEIRA, 1994; AMARAL, 1996).

O uso rotineiro das instalações pode levar ao acúmulo de material orgânico e contaminação do sistema de fornecimento de água, com o crescimento de algas e a criação de um ambiente favorável para o desenvolvimento ou a manutenção da viabilidade de diversos micro-organismos (LOVELL, 1996).

Na água, além da *Escherichia coli*, também podem ser encontrados *Salmonella spp*, *vibrio cholerae*, *Leptospira spp*, protozoários e vermes. Os coliformes são classificados em Totais e fecais. Coliformes Totais, num total de 20 espécies pertencentes a família Enterobacteriaceae, são bactérias encontradas na vegetação, em resíduos de animais e

no solo. Já o grupo Coliformes Fecais, inclui os gêneros *Escherichia*, e algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella*, são as bactérias provenientes de intestino de animais. (SILVA et al., 2000). Nos Estados Unidos da América, o The Bureau of National Affairs, propôs como um guia de recomendação, que a água de bebida dos animais deverá ter menos que 5.000 coliformes totais/100 ml. Macari (1996) indicou que os valores máximos de coliformes totais e fecais para frangos de corte são 10.000 UFC/100 ml e 2.000 UFC/100 ml, respectivamente.

A *Escherichia coli* representa 95% das bactérias que compõem o grupo dos coliformes fecais (SILVA et al., 2000; BARROS et al., 2001). As cepas de *E. coli* patogênicas para as aves causam infecções, localizadas ou sistêmicas. As perdas econômicas causadas pela colibacilose em aves se devem principalmente aos surtos de doença e condenação de carcaças durante o seu processamento. A importância para saúde pública se deve ao fato de que as galinhas são susceptíveis à colonização por *Escherichia coli* O157:H7, um importante patógeno para seres humanos (BARNES et al. 2003).

Outro grupo de indicadores de contaminação encontrado nas amostras de água, os estreptococos fecais, engloba espécies de *Streptococcus* e *Enterococcus* do grupo sorológico D de Lancefield. Essas bactérias são encontradas em grande quantidade nas fezes tendo o trato intestinal como habitat natural. Apresentam-se na forma de bacilos e cocobacilos em pares ou cadeias, são Gram-positivos, imóveis, catalase negativos e anaeróbios facultativos, hidrolizam a esculina e crescem a 45°C na presença de 40% de bile (SILVA et al. 2000).

A *Pseudomonas aeruginosa* é uma bactéria Gram-negativa, móvel, não esporulada, ocorre isolada ou aos pares, é estritamente aeróbica, cresce na faixa de 37 a 42°C, produzindo um pigmento verde fluorescente. Reconhecida como patógeno oportunista, resistente a muitos antimicrobianos, tem sido isolada de água tratada e apresenta importante papel em surtos de gastroenterites veiculadas pela água. A *Pseudomonas aeruginosa* pode causar doença em aves jovens e em

crescimento, contaminar ovos férteis, provocando a morte do embrião e de aves recém-nascidas. Trata-se de um micro-organismo ubíquo, associado à água, ambiente úmido e sujo (SILVA et al., 2000; BARNES, 2003). No Alabama, EUA, a *Pseudomonas aeruginosa* foi responsável por uma infecção em pintinhos ocorrida nos nascedouros, causando onfalite e alta mortalidade (WALKER et al., 2002).

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*. Bacilo curto, de 0,7-1,5 x 2-5 μm , Gram-negativo, não esporulado e móvel através de flagelos peritríquios, aeróbios e anaeróbios facultativos. As colônias típicas crescem em pH entre 4-9, sob temperaturas entre 5 e 45°C (BERCHIERI JUNIOR, 2000). As salmonelas são disseminadas para ambientes aquáticos por diversas fontes, incluindo descarga de efluentes da indústria de exploração animal e da exploração agrícola, além da excreção de animais selvagens e sua sobrevivência está relacionada à natureza da água (MURRAY, 2000).

A dimensão dos problemas causados pelas salmoneloses aviárias aumentou consideravelmente nas duas últimas décadas. Anteriormente, objetivava-se o controle da infecção para redução das perdas econômicas, hoje a prioridade é impedir a contaminação dos produtos avícolas por *Salmonella sp*, para evitar a transmissão dessa bactéria para seres humanos, em vista da sua participação nos surtos de toxinfecção alimentar (GAST; SHIVAPRASAD, 2003).

A *Pasteurella multocida* é o agente responsável pela cólera aviária, uma enfermidade septicêmica que afeta aves domésticas e selvagens, causa alta morbidade e mortalidade, podendo ocorrer manifestações agudas e crônicas. É um micro-organismo em forma de bastonete Gram-negativo, imóvel, não esporulado, e que ocorre isolado aos pares ou em filamentos, tendo uma coloração bipolar característica.

Macari e Amaral (1997) mostraram dados bacteriológicos da água de bebedouros tipo chupeta e nipple. Como pode ser visto na Tabela 35, os bebedouros tipo pendular apresentaram uma contaminação muito

maior do que aqueles do tipo nipple, sugerindo uma maior possibilidade de contaminação cruzada entre os animais do galpão e também que eles devem ser limpos frequentemente, para que esta contaminação seja menor.

Tabela 35. Efeito do tipo do bebedouro na contaminação bacteriológica da água (a água não foi tratada)

Micro-organismos/ mL de amostra	Nipple		Pendular	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Coliformes totais	640	3.300	1.600	1.700.000.00
Coliformes fecais	130	230	1.000	80.000.000
Escherichia coli	110	900	900	66.000.000
Estreptococos fecais	55	1.200	2.000	36.000.000

Micro-organismos mesófilos 24.000 700.000.000 86.000 1.400.000.000.

Entrada - significa no bebedouro de entrada de água no galpão.

Saída - significa no bebedouro no final do galpão.

Micro-organismos mesófilos - contagem total de microorganismos saprófitas e patogênicos.

Adaptado de Macari e Amaral, 1997.

Análise da água

Antes de ser utilizada é importante conhecermos a qualidade da água. Uma amostra de água deve ser encaminhada ao laboratório de análise para determinar contaminantes químicos e biológicos avaliando as condições como:

- **Coloração:** qualquer coloração é resultante de soluções com substâncias como taninos, sais de ferro ou outros compostos.
- **Turbidez:** partículas em suspensão, ao invés de em solução, provocam turbidez na água.
- **Dureza:** sais de cálcio e magnésio formam escamação e lama e provocam a dureza da água que altera o sabor da água.
- **Ferro:** raramente afeta as aves, mas em contato com o ferro as aves podem ficar manchadas.
- **pH:** a pH de uma solução é uma medida de acidez ou alcalinidade. Quando abaixo de sete a solução é considerada ácida e valores acima de

sete representam soluções alcalinas. O pH normal da água fica entre 6,8 e 7,2. Valores acima de pH oito não são recomendáveis para consumo de aves.

- **Sólidos totais:** representa a quantidade total de material sólido em uma suspensão ou solução.
- **Nitrogênio:** representa uma medida de contaminação com matéria orgânica.
- **Metais pesados:** quando acima de 0,5 ppm certos metais podem se acumular nas aves.
- **Bactérias:** é importante determinar o tipo de bactéria e a concentração. Algumas bactérias são prejudiciais a saúde do frango e podem ser transmitidas para o homem.

Limpeza do sistema de distribuição de água

A limpeza e desinfecção dos sistemas de fornecimento de água são importantes. Os bebedouros devem ser limpos diariamente utilizando uma escova. A água antiga deve ser removida, podendo ser adicionado à escova um desinfetante para facilitar a remoção de sujidades e micro-organismos e prevenir o desenvolvimento de fungos. A adoção de programas regulares de monitoria, limpeza e sanitização das linhas de distribuição de água é medida fundamental. Esses programas devem contemplar a proteção dos pontos de captação de água, com ações que evitem a contaminação das reservas subterrâneas e superficiais, a promoção e a manutenção da qualidade da água utilizada para as várias finalidades na granja. Assim sendo, recomenda-se que seja realizada (CARTE; SNEED, 1996; WATKINS, 2000; WATKINS, 2002):

- monitoria sistemática da qualidade microbiológica (duas vezes ao ano). Recomenda-se que sejam contempladas as colheitas de amostras da água do poço, reservatório e dos vários setores da granja;
- monitoria da qualidade química da água da fonte de captação (uma vez ao ano);

- limpeza e desinfecção das linhas de distribuição de água (duas vezes ao ano);
- limpeza e desinfecção nas linhas de distribuição dos galpões a cada saída de lote e, se necessário, com a presença de aves;
- instalação e manutenção do funcionamento do sistema de purificação de água;
- instalação e manutenção do funcionamento do sistema de cloração de água, após a purificação;
- correção do pH para realização de vacinação massal, administração de medicamentos e nutrientes.

Medidas de eliminação de contaminantes da água

Toda água utilizada nos aviários, independente do aspecto julgado a olho nu, deve receber pelo menos dois tratamentos básicos antes de chegar ao bico das aves: filtração e desinfecção. Deve também ser considerado o tipo de fonte de abastecimento de água, superficial ou subterrânea, o que provoca variações do sistema de tratamento, já que as características da água bruta influenciam as técnicas de tratamento, (MACEDO, 2006).

As águas superficiais se caracterizam principalmente por uma grande concentração de sólidos em suspensão, além de sua composição ser imediatamente afetada pelas condições climáticas e características geológicas da região por onde escoam.

Já as águas subterrâneas têm substâncias dissolvidas como principais contaminantes, destacando-se íons metálicos, de cálcio e magnésio e complexos orgânicos naturais. Sua composição varia de região em região, dependente da formação geológica e as condições climáticas afetam suas características de maneira gradual (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Filtração

É o processo de separação no qual se remove contaminantes em suspensão (ex. partículas, fibras, microorganismos) de uma corrente fluida, através da passagem do fluido por um meio filtrante poroso. Em função do diâmetro dos poros, os filtros podem reter partículas suspensas na água, qualquer que seja sua origem, que provocam entupimento nos bebedouros de aves. Segundo Macedo (2004), a carga bacteriana será reduzida e os componentes químicos podem ser alterados.

Tipos de filtros que podem ser utilizados

Filtros de areia e suas variações

Os filtros mais comumente utilizados são os construídos de areia ou quartzo, que possuem diversas camadas com leitos mais grossos no início da filtração e mais finos no final. Estes produtos possuem o inconveniente da retrolavagem e no momento da reposição destes leitos há necessidade de movimentar diversos quilos de material para o interior da carcaça do filtro, que normalmente é metálica, preferencialmente de aço inox.

Esta opção tem investimento inicial alto e ocupa espaço. Outro aspecto é o diferencial de pressão alto provocado pelo grande volume de material no interior do filtro. O nível de micragem é superior a 50 micra, não havendo, portanto, uma garantia maior na utilização do mesmo para aplicações que requeiram uma filtração de melhor qualidade. Pode-se ainda utilizar carvão ativado granulado como camada adicional para retirada de cloro e outros componentes químicos da água. O uso de resinas aniônicas e catiônicas poderá ser aplicado em filtros de inox, para redução de cálcio e magnésio da água.

Filtros cartucho

Poderão ser bobinados, plissados ou ainda de polipropileno produzidos pelo processo *melt blown*. Os filtros bobinados, na sua confecção, lembram uma bobina de barbante ou fio. Este tipo de produto poderá ser de fio de polipropileno ou fio de algodão, tem aplicação como pré-filtro na indústria. Está caindo em desuso quando a aplicação requer alta eficiência em filtração. Sua micragem varia de 5, 25, 50 e 100 micra, sendo que, a eficiência está em torno de 60% a 80%.

Os filtros plissados, de poliéster, são produzidos com tecnologia mais moderna e possuem micragens que poderão variar de 0,22 micron até 100 micra. As aplicações destes filtros com 5 micras de poro são comuns ou ainda, estes filtros quando produzidos com 25 e 50 micra são utilizados como pré-filtro, no ponto de entrada de água, para proteção de elementos filtrantes com poros menores. Possui larga vida útil, além de uma alta capacidade de remoção de partículas, oferecendo maior durabilidade.

Os elementos filtrantes em polipropileno produzidos pelo processo *melt-blown*, confeccionado com microfibras de polipropileno termicamente fundidas e sobrepostas umas às outras, de tal forma, que se obtém um cilindro cujas partículas irão se infiltrar e fixar nas paredes internas destes elementos. Estes produtos poderão ter grau de fechamento que variam de 0,5 a 100 micra. Basicamente, o material utilizado é polipropileno virgem, atóxico e aprovado pelo FDA. O grau de eficiência é de 93 a 96%. É indicado para filtração de todos os tipos de água. Suas características e benefícios são: Inorgânico, não entra em decomposição, portanto não contaminam o produto filtrado, Impede a ocorrência de canais viciados.

Os filtros do tipo “carbon block” ou, ainda, os do tipo de carvão granulado, são utilizados com o objetivo de remover partículas, odor e gosto da água, além da decoloração; podem ser utilizados de forma individual ou em série, num sistema em que haja um pré-filtro.

Filtros com proteção antimicrobiana, desenvolvidos para inibir o crescimento de bactérias e fungos. Este filtro mantém o produto limpo por mais tempo e com melhor aparência, retendo no seu sistema de filtração os micro-organismos contaminantes, causadoras de sabores desagradáveis e, além disto, reduz os odores.

Recomenda-se que os filtros sejam dispostos em linha, utilizando os filtros de maior diâmetro de poros na entrada de água no sistema e passando por mais dois ou três filtros com tamanhos de poros menores.

Desinfecção

A desinfecção da água consiste na destruição seletiva dos organismos causadores de enfermidade, pela adição de um produto desinfetante. O desinfetante não torna a água estéril, mas elimina os micro-organismos capazes de causarem doença.

Para exercer uma ação higienizante apropriada, necessitamos de um tempo de contato mínimo do sanitizante com a água. Para alcançar um resultado eficiente deve-se ter em mente a concentração que se quer alcançar no ponto de consumo das aves, devido a perdas de concentração associadas com o tempo de tratamento, o sistema de armazenamento e condução da água (CASTELLANOS, 2005). É importante lembrar que no momento em que as aves estiverem sendo vacinadas com vacina viva, deve ser suspenso a sanitização da água, porém deve-se monitorar o funcionamento adequado do processo de filtração da água de consumo destas aves.

É recomendada a desinfecção da água utilizando os compostos à base de cloro, por reunir a maioria das propriedades exigidas para o sanitizante ideal para a água (VIANA, 1978; AMARAL, 1996; MACEDO; BARRA, 2004; MACEDO, 2006). Muitas vacinas são administradas pela água de consumo dos animais. A presença de qualquer substância sanitizante irá afetar a viabilidade das vacinas,

mesmo tornando-as ineficazes. Cuidados: não adicionar vacinas em água contendo substância sanitizante. Primeiro esvazie o sistema de distribuição de água várias vezes até que o mesmo fique livre de contaminantes, então forneça água limpa para adicionar a vacina.

O desinfetante químico ideal para água deve reunir as seguintes características:

- Amplo espectro de atividade tóxica em altas concentrações de micro-organismos.
- Solúvel em água ou tecido celular.
- Possuir estabilidade da ação germicida e em repouso a perda deverá ser pequena.
- Não deve ser tóxico para os seres humanos e animais.
- A solução deve ter uma composição uniforme.
- Não deverá ser absorvido pela matéria orgânica.
- Deverá ser eficaz em intervalos de temperatura ambiente.
- Deverá ter a capacidade de agir através das superfícies.
- Desodorizar enquanto desinfeta.
- Amplamente disponível no mercado.
- Ser de aplicação econômica.
- Ser reconhecido através de ensaios simples quando presente na água em quantidade mínima.

Cloração da água

Quando detectado presença de contaminação microbiológica na água ela deve ser clorada. Existem diferentes equipamentos para cloração disponíveis no mercado, muitos dos quais podem produzir supercloração da água para instalações de frangos de corte. Eles garantem um nível satisfatório de cloro na água. A cloração da água também reduz a oxidação do ferro, eliminando problemas de ferrugem nas linhas de distribuição de água e válvulas.

O critério bacteriológico determina o nível de contaminação microbiana por meio da identificação dos micro-organismos, via análises para determinar o total de bactérias por unidade de amostra. Embora valores máximos de coliformes totais, indiquem poluição da água.

A recomendação é que sempre que aparecer coliforme total a água seja tratada. Para evitar os problemas sanitários provenientes de uma água contaminada, recomenda-se o tratamento com cloro em todos os tipos de fontes existentes, resultando na redução da transmissão e disseminação de enfermidades. Não esquecer que o uso do cloro requer alguns cuidados e atenções:

- limpeza dos canos para evitar que o cloro fique aderido no material orgânico;
- fechar o tanque de água para este não ficar exposto ao sol;
- não esquecer que as altas temperaturas podem promover a volatilização do cloro, que se dissipa facilmente da água, especialmente em bebedouros abertos logo, em bebedouros abertos, deve-se utilizar maiores níveis de cloro no sistema;
- explorações que reutilizam a cama aviária apresentam maiores níveis de amoníaco, que pode neutralizar o cloro da água, também em casos de bebedouros abertos;
- resíduos de vacinas, antibióticos e vitaminas na água podem reduzir a efetividade do cloro (quanto mais contaminada for a água, maior a quantidade de cloro que se deve agregar);
- a utilização de um produto não adequado ou demasiadamente barato pode, em longo prazo, custar mais caro;
- quanto maior o pH da água, maior a necessidade de cloro como desinfetante.

A dosagem recomendada de cloro, na saída do bebedouro para pintos varia de 1 a 3 ppm e para frangos, acima de 28 dias, entre 5 e 6 ppm, sem queda no consumo. O recomendado seria uma faixa de 3 a 5 ppm (média). Somente dosagens muito elevadas poderão causar algum desajuste no balanço eletrolítico das aves (DAMRON; FLUNKER, 1993).

A cloração da água serve como procedimento para a sua desinfecção, eliminando enterobactérias. Entretanto, protozoários e enterovírus são menos afetados pelo cloro. Também é importante lembrar que substâncias como nitrito, ferro, hidrogênio, amônia e matéria orgânica diminuem a ação do cloro. A matéria orgânica transforma cloro em cloramina, que tem menos ação desinfetante. Quanto maior o nível do pH da água, maior a necessidade de cloro como desinfetante. Entretanto, a excessiva cloração altera o gosto da água e pode comprometer o seu consumo e o desempenho dos frangos. Meirelles et al. (1995) demonstraram que a adição de 5 ppm de cloro na água de bebida diminuiu o consumo de água dos animais, mas os ganhos de peso, em diferentes períodos, foram beneficiados (Tabela 36). Os autores também verificaram que as UFC de bactérias diminuíram com a inclusão do cloro na água. No experimento foi usado hipoclorito de sódio.

Macari (1996) mostrou o efeito da cloração da água (2 a 3 ppm) na redução da sua contaminação bacteriana, em bebedouros de frangos de corte (Tabela 37). Esta redução tende a diminuir a transmissão horizontal de bactérias entre as aves, que estão consumindo água no mesmo bebedouro.

Tabela 36. Efeito da cloração da água no consumo de água e no ganho de peso dos frangos de corte

Cloro	1 a 28 dias		29 a 49 dias		1 a 49 dias	
	Consumo água, ml	Ganho Peso, g	Consumo água ml	Ganho Peso, g	Consumo água, ml	Ganho Peso, g
Sem Cl	3480 a	908 a	7053 a	1350 a	10526 a	2258 a
Com Cl	3317 a	918 a	6359 b	1398 a	9686 b	2316 b

Consumo de água = mL/ave/período.

Ganho de peso = g/ave/período.

Adaptado de Meirelles et al., 1995 $P < 0,01$.

Tabela 37. Efeito da cloração da água na redução da sua contaminação bacteriana

Tempo (horas)	Bactérias (UFC/mL)	
	Água com cloro	Água sem cloro
8	3×10^2	117×10^5
11	11×10^4	156×10^5
14	65×10^4	110×10^6
17	215×10^4	163×10^6

Adaptado de Macari, 1996.

Referências

AGROCERES ROSS. **Manual de Manejo de Frangos AgRoss:**
Melhoramento Genético de Aves. Campinas, 2000. 104p.

AGROCERES ROSS. Manual de Manejo de Frangos AgRoss. Campinas, SP, 2004. 11p.

ÁGUA de buena calidad: qué es? Avicultura Profesional, Athens, v. 6, n. 1, p. 14, 1988.

AHMAD, T.; KHALID, T.; MUSHTAQ, T. M. MIRZA, A.; NADEEM, A.; BABAR, M. E.; AHMAD, G. Effect of Potassium Chloride Supplementation in Drinking Water on Broiler Performance Under Heat Stress Conditions. **Poultry Science**, v. 87; p. 1276 - 1280. 2008.

AMARAL L. A. Controle da qualidade da água utilizada em avicultura. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 2000, p. 99-108. 2000.

AMARAL, L. A. Controle da qualidade microbiológica da água utilizada em avicultura. In: MACARI, M. (Ed.). **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep. p. 93-117. 1996.

AMARAL, L. A. **Qualidade higiênico-sanitária e teor de nitratos na água utilizada em propriedades leiteiras situadas na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2001. 133 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; CARDOSO, V. Qualidade higiênico-sanitária da água de bebedouros pendular e niple utilizados na criação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 1, n. 2, p.145-148, 1999.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, 1998. 520p.

ARAD, Z. Thermoregulation and acid-base status in the painting dehydrated fowl. **Journal of Applied Physiology**, New Mexico. v. 54, p. 234-243, 1983.

AVIAN48 PLANALTO. **Manual do Frango de Corte**. Modelo Revisão 03. 2006.

BAHRI, S.; SUGITO, D.; SAFUAN, A. The relationship by kidney of between concentration of lead in liver and chicken exposed to lead in drinking water. **Penyakit Hewan**, v. 26, n. 48, p. 57-63, 1994.

BAILEY, M. The water requirements of poultry. In: RECENT DEVELOPMENTS IN POULTRY NUTRITION NOTTINGHAM. Nottingham University Press. p. 161-176. 1999.

BARNES, H. J.; VAILLACOURT, J. P.; GROSS, W. B. Colibacillosis In: SAYF, Y.M. **Diseases of poultry**. 11th. ed. Ames: Iowa State University Press, 2003. p. 631-656.

BARROS, L. S. S.; AMARAL, L. A.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Aspectos microbiológicos e demanda de cloro de amostras de água de dessedentação de frangos de corte coletadas em bebedouros pendulares. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 193-198, 2001.

BARTON, T. L. Relevance of water quality to broiler and turkey performance. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p. 854-856, 1996.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, v. 72, p. 116-124, 1993.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned in to urinary and fecal loss. **British Poultry Science**, v.37, p. 423-433, 1996.

BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J; TEETER, R. G. Mineral balance and urinary and fecal excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**. v. 71, p. 1043-1047, 1992.

BELL, D.D.; WEAVER, W.D. **Chicken meat and egg production**. 5th Ed. [S.L.]: Kliever Academic Publishers. 2002. 1365p.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A. V. Balanço de água nas cadeias de aves e suínos. **Avicultura Industrial**. n. 10, p. 30-44, 2009.

BERCHIERI JÚNIOR, A. Salmoneloses aviárias. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000. p. 186-195.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25/03/2004.

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 de Março 2004.

BROOKS, P. H. Water – Forgotten nutrient and novel delivery system. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10, 1994, Ganswill. **Biotechnology in the Feed Industry**, Nottingham: Nottingham University Press, p. 211-234. 1994.

BRUNO, L. D. G.; FURLAN, R. L.; MACARI, M. Influência do tipo de bebedouro (pendular X nipple) sobre a capacidade de ingestão de água por frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, s. 2, p. 2, 2000.

BRUNO, L. D. G.; MACARI, M. Ingestão de água: Mecanismos regulatórios. In: MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

CARTER, T. A.; SNEED, R. E. **Drinking water quality for poultry**. Raleigh: North Carolina Cooperative Extension Poultry Science. 1996. (Publication number: PS&T Guide nº 42).

CASTELLANOS G. M. Higienización de aguas en granjas avícolas. **Industria Avícola**, v. 52, n. 11, p. 24-28, 2005.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. 1982, Water, In: Basic Animal Nutrition and Feeding, 2th ed.1982.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de Julho de 1986.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

COOB-VANTRES. Broiler Management Guide. Cob-Vantres. 72 p. 2008.
COUNOTTE, G. Understanding the quality of drinking water. **World Poultry**, Doitinchem, v. 16, n. 5, p. 34-40, 2000.

CSIRO. FEEDING STANDARDS OF AUSTRALIAN LIVESTOCK PIGS. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. CSIRO. East Melbourne. 1990.

CURTIS, L.; HAIRSTON, J.; DONALD, J.; ECKMAN, M. Factores clave del agua en la producción de pollos. **Industria Avícola**, Mt. Morris, v. 48, n. 7, p. 26-31, 2001.

DAMRON, B. L.; FLUNKER, L. K. Broiler chick and laying hen tolerance to sodium hypochlorite in drinking water. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p.1650-1655, 1993.

DAMRON, B. L. Water for Poultry. Fact Sheet AN 125, Animal Science Departament, Florida Cooperative Extension Service, **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida. February, 2002.

DAVENPORT, H. W. Intestinal Absorption of Water and Electrolytes. In: - **Physiology of the digestive tract**: an introductory text. 4th ed. Chicago: Year Book Medical, 1977. p. 198-213, 1977.

DEEB, N.; CAHANER, A. Genotype-by-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing in Growth Rate 3: Growth Rate and Water Consumption of Broiler Progeny from Weight-Selected Versus Nonselected Parents under Normal and High Ambient Temperatures. **Poultry Science**, v. 81, p. 293-301, 2002.

ÉVORA, P. R. B.; REIS, C. L.; FEREZ, M. A.; CONTE, D. A.; GARCIA, L. V. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio ácido-básico. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 32, p. 451-469, 1999.

FAIRCHILD, B. D.; RITZ, C. W. **Poultry drinking water primer**. Georgia: University of Georgia, 2009. (Bulletin, 1301).

FIGUEIREDO, E. M. Análise da contaminação por nitrato no aquífero livre e semiconfinado na área urbana de Natal, RN. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 13, p. 75-85, 1990.

FIGUEIREDO, R. M. **Programa de redução de patógenos**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1999. 81p.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MALHEIROS, E. B.; INGRACI, C.; MEIRELES, H. T. Efeito da cloração da água de beber e do nível energético da ração sobre o ganho de peso e consumo de água em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 542-547, 1999.

FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. c. 16, p. 201-208.

GAMA, N. M. S. Q.; TOGASHI, C. K.; D'ANGELA, H. L.; FREITAS, E. R.; GUASTALLI, E. A. L.; BUIM, M. R.; RECH, A. **Desempenho produtivo de poedeiras comerciais consumindo água filtrada**. In: MET - ENCONTRO NACIONAL SOBRE METODOLOGIAS DE LABORATÓRIO, 11., Concórdia, 2006. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. p. 40.

GAMA, N. M. S. Q. Água, que cura, que nutre, que mata. **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 30-33, 1995.

GAST, R. K.; SHIVAPRASAD, H. L. Salmonella Infections. In: SAIF, Y.M. **Diseases of poultry**. 11th ed. Ames: Iowa State University Press, 2003, p. 567-583.

GRIZZLE, J. M.; ARMBRUST, T. A.; BRYAN, M. A.; SAXTON, A. M. Water quality I: The effect of water nitrate and bacteria on broiler growth performance. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 5, p. 330-336, 1996.

GRIZZLE, J. M.; ARMBRUST, T. A.; BRYAN, M. A.; SAXTON, A.M. Water quality II: The effect of water nitrate and pH on broiler growth performance. **Journal Applied Poultry Research**, v. 6, p. 48-55, 1997.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014p.

HARRIS JUNIOR, G. C.; NELSON, G. S.; SEAY, R. L.; DODGEN, W. H. Effects of drinking water temperature on broiler performance. **Poultry Science**, v. 54, p.775-779, 1975.

JAMES, E. C.; WHEELER, R. S. Relation of dietary protein content to water intake, water elimination and amount of cloacal excreta produced by growing chickens. **Poultry Science**. v. 28, p.465-467. 1949.

JENSEN, L. S.; MAURICE, D. V.; CHANG, C. H. Relationship of mineral content of drinking water to liver lipid accumulation in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 56, p. 260-266, 1977.

KARELIN, A.; SAMKHADZE, B. Influence of iron deficiency in hens on survival in chicks. **Ptisevodstvo**, Moscow, v.11, n. 1, p.18-20, 1991.

KUNAR, A.; ACHAUHAN, R. S.; SINGH, N. P.; KUNAR, A. Immunopathological effect of lead on cell mediated immunity in chickens. **Indian Journal of Veterinary Pathology**, Izatnagar, v. 22, n. 1, p. 22-25, 1998.

KUNAR, A.; ACHAUHAN, R. S.; SINGH, N. P.; KUNAR, A. Immunosuppressive effect of lead on humoral immune response in chickens. **Indian Journal of Toxicology**, Bareilli, v. 6, n. 1, p. 27-31, 1999.

LACY, M. Características de la calidad del agua. **Avicultura Professional**, Athens, v. 12, n. 3, p.148-149, 1994.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**: Intake of food and water. Nottingham: Nottingham University Press, 1994b. p.7-14.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**: Metabolism of water and minerals. Nottingham: Nottingham University Pres, 1994a. p.101-118.

LAURENTIZ, A. C.; SILVA-FILARDI, P. P.; SUGETA, S. M.; MAIORKA, A. Utilização de ácido acético via água de bebida durante a primeira semana em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 3, p. 23, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. Guelph: University Books, 2001, 763p.

LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J. D. Poultry metabolic disorders and mycotoxins: water imbalance. Guelph: University Books, 1995.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry production**. Guelph: University Books, 1997, 283p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**: ingredient evaluation and diet formulation. Guelph: University Books, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. V. **Broiler and breeder production**: nutrition and feeding. Guelph: University Books, 2000.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Water : its effects on dissolved biomolecules. In: __. PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY. 2th Ed. New York: Worth Publisschers, 1993.

LLOYD, L. E.; McDONALD, B. E.; CRAMPTON, E. W. **Fundamentals of nutrition**: Water and its metabolism. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1978. p.22-35.

LOVELL, E. J. Water sanitation pays dividends. **Poultry Digest**, Mt. Morris, v. 2, p.14- 16, 1996.

LUCAS JÚNIOR, J. Manejo de dejetos. In: ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2004, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2004, p. 141-157.

MACARI, M. Água na Avicultura. FUNEP-Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia Medicina Veterinaria e Zootecnia. Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Jaboticabal. 1996a. 128p.

MACARI, M. Equilíbrio hídrico em aves. In: Água na avicultura industrial. Jaboticabal: Funep, 1996b. p. 27-52.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

MACARI, M., Metabolismo Hídrico da Poedeira Comercial. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 5. 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1995.

MACÊDO, J. A. B.; BARRA, M. M. Processo de desinfecção com derivados clorados orgânicos em água para abastecimento público. **HidroNews**, Suplemento, ano II, n. 3, p. 1-8, 2004.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2004. 977p.

MACÊDO, J. A. B. Otimização do uso da água na avicultura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA DE TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006. Anais... Santos: FACTA, 2006, p. 239-269.

MANNING, L.; CHAD, S. A.; BAINES, R. N. Water consumption in broiler chicken a welfare indicator. **World Poultry Science**. v. 63. p. 63-71, 2007.

MAY, J. D.; LOTT B. D.; SIMMONS, J. D. Water consumption by broilers in high cyclic temperatures: bell versus nipple waterers. **Poultry Sci**. v. 76, p. 944-947, 1997.

MIERZWA, J.C.; HESPAÑHOL, I. Técnicas para o tratamento de água. In: __. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 47-65.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. **Proceedings of Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, p. 285-294, 1981.

MOUCHREK, E. Qualidade da água. **Revista AVIMIG**, Belo Horizonte, v. 4, n. 34, p. 14-15, 2003.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; LENBIS N. P.; VREMAN, K. Water in pig nutrition: physiology, allowance and environmental implications. **Nutrition Research Reviews**, v. 8, p. 137-164, 1995.

MURRAY, C. J. Environmental aspects of salmonella. In: WRAY, C.; WRAY, A. (Ed). **Salmonella in domestic animals**. New York: CAB Publishing, 2000. 367p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Press, 1994. p.1-155.

NILIPOUR, A. H.; BUTCHER, G. D. Water: The cheap, plentiful and taken for granted nutrient. **World Poultry**, Netherlands, v. 14, n. 1, p. 26-27, 1998.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Champaing, v. 74, n. 2, p. 366-373, 1995.

OLIVEIRA, M. B. C. Doenças de aves transmitidas pela água. In: SENAR. **Curso de manejo de água para aves de produção**. Bastos, 1994. p. 1-5.

PATIENCE, J. F. A Review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, n. 68, p. 398-408. 1990.

PENDLETON, E. W.; SCHEIDELER, S. E. Water quality basics for the poultry producer. **Poultry Digest**, Mt. Morris, v. 54, n. 1, p. 10-14, 1995.

PESTI, G. M.; AMATO, S. V.; MINERAR, L. R. Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. **Poultry Science**, v. 64, p. 803-8, 1985.

PIZAURO JUNIOR, J. M. A água nos processos biológicos. In: MACARI, M., (Ed.). **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 93 -118.

POMIANO, J. D. Manejo del agua como nutriente. Lima:_, 2002.

POPPE, C.; BARNUM, D. A.; MITCHELL, W. R. Effect of chlorination of drinking water on experimental Salmonella infection in poultry. **Avian Diseases**, Kennett Square, v. 30, n. 2, p. 362-369, 1986.

RADZANOWSKA G. Effect of lead, copper and selenium on haematological and biochemical indices of hen's blood. **Zootechnika**, v. 31, p. 5-27, 1989.

REDDY, M. R.; RAJU, M. V. L. N.; CHAWAK, M. M.; RAMA RAO, S. V. Importance of water in poultry health. **Poultry Adviser**, Arkansas, v. 28, n. 6, p. 31-37, 1995.

RODWELL, V. W. Water & pH. In: Harper's biochemistry. 24th Edition. MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. (Ed.). Stamford: Appleton & Lange, 1996.

SALYI, G.; BANHIDI, G.; SZABO, E.; GONYE, S.; RATZ, F. Acute selenium poisoning in broilers. **Magyar Allatorvosok Lapja**, Budapest, v. 48, n. 1, p. 22-26, 1993.

SANTOS, J. L. dos. Uso do manejo da cloração de água na atividade pecuária. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HÍDRICOS, 1, 2010, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010.

SAYED, M.; MASHOOK, A.; SAIFUR, R. The effect of dietary vinegar on the performance of broiler chicks in hot weather. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 10, n. 1. p. 31-34, 1994.

SESTI, L. Água de bebida das aves: aspectos essenciais. **Ave World**, v. 3, n. 19, 2006.

SGUIZZARDI, T. I. A água como nutriente para as aves. **Avicultura industrial**, Porto Feliz, v. 5, p. 22-23, 1979.

SHOREMI, O. I. A.; ALEGE, A. A.; KUM, S. The effect of aluminium in drinking water on the performance of carcass quality and internal organs of broiler chickens. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 68, n. 2, p. 169-171, 1998.

SILVA, N.; CANTÚSIO NETO, R.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. 99p.

SKINNER-NOBLE, D. O.; TEETER, R. G. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: influence of water intake and gastrointestinal contents. **Poultry Science**. v. 83, p. 1260-1263, 2004.

SMITH, A; ROSE, S. P.; WELLS, R. G.; PIRGOZLIEV, V. Effect of excess dietary sodium, potassium, calcium and phosphorus on excreta moisture of laying hens. **British Poultry Science**, v.41, p.598-607, 2000.

STURKIE, P. D. The effect of excess zinc on water consumption in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 35, p. 1123-1124, 1956.

STURKIE, P. D. **Avian Physiology**. 4th ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 561p.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes, fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1993. 865p.

TABLER, G. T. Water intake: a good measure of broiler performance. **Avian Advise**, Arkansas, v. 5, n. 3, p. 7-9, 2003.

THULIN, A. J.; BRUMM, M. C. 1991. Water: The forgotten nutrient. In: Swine nutrition. MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, E. A. J. Butterworth-Heinemann, 1991. p. 315-324.

TRACHOO, N.; FRANCK, J. F.; STERN, N. J. Survival of *Campylobacter jejuni* in biofilms isolated from chicken house. **Journal Food Protection**, v. 65, n. 7, p. 1110-1116, 2002.

TSAI, L.; SCHADE, J. E.; MOLYNEUX, B. T. Chlorination of poultry chiller water: chlorine demand and disinfection efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 188-196, 1992.

VAN ES, L.; OLNEY, J. F. An inquiry into the influence of environment on the incidence of poultry diseases. University Nebraska **Agricultural Experimental Station Research Bulletin**, v. 118, p. 17-22, 1940.

VAN KAMPEN. Water balance of colostomised and non-colostomised hens at different ambient temperatures. **British Poultry Science**. v. 22. p. 17-23, 1981.

VANDERKERCHOVE, D.; DE HERDT, P.; LAEVEN, H.; PASMANS, F. Risk factors associated with colibacillosis outbreaks in caged layer flocks. **Avian Pathology**, Huntington, v. 33, n. 3, p. 337-342, 2004.

VIANA, F. C. **Apontamentos de saneamento**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1978. 57p.

VIEIRA, S. L.; VIOLA, E. S.; BERRES, J.; CONEGLIAN, J. L. B.; FREITAS, D. M.; BORTOLINI, T. C. K. Water Intake and Digestive Metabolism of Broilers Fed All-Vegetable Diets Containing Acidulated Soybean Soapstock. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 8, n. 3, p. 159-165, 2006.

VIOLA, E. S. **Uso de acidificantes em dietas de frangos de corte: resíduos no trato digestivo e efeitos sobre o desempenho animal e morfologia intestinal**. 2006. 197 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VIOLA, T. H. **A influência da restrição da água no desempenho de frangos de corte**. 2003. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VOHRA, N. P. Water quality for poultry use. **Feedstuffs**. Minnetonka, v. 7, p. 24-25.

WATKINS, S. The campaign for quality drinking water continues. **Avian Advise**, Arkansas, v. 3, n. 3, p. 7-9, 2002.

YOSSEF, S. A. H.; EL-MINIAWY, H. M. F.; SOLIMAN, G. A.; EL-SANOUSI, A. A.; EL-BRAWI, A. M. Some toxicological and pathological studies on the effect of subchronic lead poisoning in broilers with reference to immune system. **Egyptian Journal of Comparative Pathology and Clinical Pathology**. v. 8, n. 1, p. 9, 1995.

ZIAEI N, J. H.; GUY, EDWARDS, S. A; BLANCHARD, P. J.; WARD, J.; FEUERSTEIN, D. Effect of Gender on Factors Affecting Excreta Dry Matter Content of Broiler Chickens **J. Appl. Poult. Res.** v. 16, p. 226–233, 2007.

Capítulo 3

A CAMA DE AVES E OS ASPECTOS AGRONÔMICOS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Juliano Corulli Corrêa
Marcelo Miele

A importância da cama de frango como fertilizante orgânico

As atividades agropecuárias e das agroindústrias produzem grandes quantidades de resíduos orgânicos, os quais precisam retornar à natureza sem impactar o ambiente. Desta forma, há a necessidade de proporcionar recursos tecnológicos para o reaproveitamento dos nutrientes e da água, tendo como critério o princípio da sustentabilidade, pois estas atividades contribuirão para o desenvolvimento do país.

Somado a esta realidade existe o apelo da população brasileira em se utilizar fertilizantes orgânicos de forma correta para produção de alimentos mais saudáveis, bem como mitigar a utilização dos fertilizantes minerais, dos quais o Brasil é importador, sendo que em época de crise econômica ocorre aumento nos preços, tendo como principal reflexo o incremento nos custos do produtor rural e, conseqüentemente, a elevação do preço destes produtos ao consumidor. Vale ressaltar que o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes minerais do mundo (ANDA, 2008).

Como destaque entre os fertilizantes orgânicos vale mencionar a grande produção de cama de aves em nosso país, a qual se estima que será maior ainda no futuro, em razão da grande modernização e intensificação da produção. Existe a estimativa do aumento de produção de aves de 3,6% ao ano, sendo que em 2020 serão abatidas, aproximadamente, 16,63 bilhões de aves, o que corresponde a um aumento de 49%, valores que representarão 44% das exportações de carne de frango para o mundo (AGE/MAPA).

A produção de carne de frango de corte no Brasil atingiu 12,3 milhões de toneladas em 2010 (UBABEF, 2010), o que representa um abate de aproximadamente 4,940 milhões de cabeças (IBGE, 2010). Considerando as características predominante nos aviários com dimensões de 100 x 12 m e um alojamento de 14.500 pintos, bem como a recomendação técnica para o reuso da cama por seis lotes (com fermentação, reque-

rendo uso de lona), com uma altura de 10 cm, estima-se que a produção brasileira de resíduos gerados por este sistema de produção seja de 6,814 milhões de m³ de cama. Supondo que a cama de frango com seis lotes contemple, aproximadamente, 35, 40 e 30 g kg⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O (SIQUEIRA et al., 1987), a produção nacional no ano de 2010 seria de 238, 273 e 204 mil t destes nutrientes, respectivamente.

É de conhecimento público e técnico-científico que a adubação com cama de aves quando usada de forma correta promove grande potencial de produção agrícola, podendo ser utilizada nas culturas produtoras de grãos, horticultura, fruticultura, pastagem, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Isso ocorre em razão dos benefícios químicos, físicos e microbiológicos que proporciona ao solo. Entretanto, o respeito com o ambiente deve prevalecer sobre os objetivos de aumento na produtividade das culturas.

Práticas inadequadas na agropecuária, na qual se inserem os sistemas de produção de aves, representam potencial poluidor para solo, ar e água e têm contribuído para o aumento da degradação dos recursos naturais e poluição ambiental (GAYA, 2004). Portanto, para evitar a poluição ambiental pelo uso empírico da cama de aves, há a necessidade de adotar critérios técnicos para otimizar as doses corretas ao sistema de produção, levando-se em consideração a composição química do solo e da cama de aves, bem como a extração dos nutrientes pelas plantas.

Entre os diferentes modos para reutilizar a cama de aves, o uso como fertilizante é a forma que apresenta maior sustentabilidade, pois promove o retorno ou a ciclagem dos nutrientes ao solo, lembrando que estes foram usados no passado como forma mineral, na sua grande totalidade, para atender as demandas do milho e da soja, matérias-primas para produção de ração. Como outras formas de reaproveitamento pode-se citar sua utilização na produção de biogás, através de biodigestores, o qual poderá gerar energia elétrica para diversos fins na propriedade, energia térmica para aquecimento da granja, além de energia mecânica se for o caso. A cama também pode ser transformada em briquetes, os

quais tem capacidade para alimentar caldeiras para produção de energia térmica ou elétrica.

Para a utilização da cama de aves como fertilizante orgânico, há a necessidade de se conhecer todo o sistema de produção agrícola, principalmente o tipo de solo. Em especial, é necessário ter cautela e utiliza-la em situações onde os solos são mais arenosos, onde há a possibilidade da lixiviação do N na forma de NO_3^- para as águas subterrâneas e, ou, a possibilidade da excessiva concentração de P na superfície do solo, o qual poderá ser erodido pelo escoamento superficial contaminando e eutrofizando cursos e reservatórios d'água (EARHAT et al., 1995, DANIEL et al., 1998, DELAUNE et al., 2006). Desta forma, se utilizado sem critérios técnicos, o seu uso poderá provocar redução na produtividade agrícola e impactos negativos ao ambiente.

O único sistema de produção agrícola que impõem restrição à aplicação de cama de aves são as pastagens, nas quais deve ser respeitada a legislação do MAPA através da Instrução Normativa N.º 25, de julho de 2009, a qual preconiza que a cama de aves só deve ter seu uso permitido quando realizada a incorporação ao solo e pastoreio somente após 40 dias. Em todas as situações de aplicação de cama de aves devem ser adotadas as práticas de manejo e conservação do solo, inclusive no sistema plantio direto - com curvas de nível ou terraços e cobertura de solo por resíduos vegetais, para evitar possível escoamento superficial de nutrientes para os corpos de água superficiais.

O manejo agrícola da aplicação de fertilizante orgânico com base em cama de frango deve ser realizado nos critérios agronômicos para determinação da taxa de aplicação deste no solo. Esta prática permite a substituição parcial ou integral dos fertilizantes minerais (MELO; MARQUES, 2000; HIRZEL et al., 2010), com a vantagem de permitir maximizar a absorção dos nutrientes, por proporcionar a mineralização de nutrientes no solo mais lentamente do que os fertilizantes minerais solúveis, favorecendo a absorção e aproveitamento de nutrientes pelas plantas em épocas de maior demanda, em razão da liberação destes

coincidir com o maior necessidade nutricional das plantas, a qual é condicionada pelos diferentes estádios fenológicos (BRINK et al., 2002). Desta forma, adicionando-se quantidades de nutrientes próximas às extraídas pelas plantas, é provável que sistemas de produções agrícolas adubados com cama de aves possam ser caracterizados como auto-sustentáveis (SEGANFREDO, 2000).

Com a aplicação da cama de aves de forma correta e por períodos prolongados, pode-se observar a ocorrência de melhorias nos atributos do solo, elevando sua fertilidade, sendo que a maior parte destes benefícios são atribuídos à matéria orgânica, a qual influencia todas as propriedades do solo, tais como: aumento da capacidade de troca catiônica; disponibilidade e ciclagem de nutrientes para as culturas; e complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. Estes são fatores fundamentais em solos tropicais, altamente intemperizados e ácidos (SANTOS; CAMARGO, 1999), além de proporcionar a melhoria na estrutura, caracterizada pela diminuição de densidade do solo, aumento da porosidade e da taxa de infiltração de água. Há também o ganho de aumentar direta e indiretamente a capacidade do solo de armazenar água (KIEHL, 1985).

Ainda é possível inferir sobre a presença de micronutrientes e compostos como ácido húmico, ácido fúlvico, ácidos graxos, os quais podem permitir a complexação de nutrientes, disponibilizando-os de forma gradativa às plantas, evitando, principalmente, a fixação do P aos sesquióxidos de Fe e Al do solo, bem como a liberação gradativa do de N às plantas, uma vez que este tem que sofrer mineralização pelos microrganismos do solo para depois poder ser aproveitado. Desta forma, a adubação com fertilizante orgânico composto com cama de aves vai muito além da disponibilidade de N, P e K às plantas.

A cama de frango ainda pode apresentar efeitos indiretos, como modificações das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas. Como matéria orgânica, permite a agregação das partículas e a estabilização

dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água (RAIJ et al 1991).

Desta forma, é importante fornecer aos leitores os critérios técnicos que devem ser levados em consideração na aplicação da cama de aves para sistemas de produção agrícola e florestal, visando não só o aumento da produtividade das culturas, mas, sobretudo, o uso racional deste fertilizante orgânico. Deve-se compreender esta prática dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, com responsabilidade sócio-ambiental, com a geração de renda pela agropecuária e preservação da natureza para as gerações futuras.

Os critérios técnicos para recomendação da cama de aves

A cama de aves pode se constituir em um fertilizante eficiente e seguro para adubação das culturas, desde que respeitados os critérios agromômicos que asseguram a preservação do ambiente. Para isso, é ideal que a recomendação do uso deste produto no solo seja realizada por profissionais que detenham formação qualificada na área da fertilidade do solo, pois há a necessidade do conhecimento de cinco critérios técnicos, quais sejam: análise química do solo, composição do fertilizante orgânico, necessidade nutricional da cultura, conhecimento do tipo de solo e histórico das adubações. Com base nestas informações, o profissional tem condições de realizar a recomendação da dose adequada da cama de aves ao sistema de produção.

Primeiro critério: características químicas do solo

A análise química é um instrumento básico para a obtenção de informações sobre a acidez e a carência de elementos no solo, permitindo que o conhecimento da pesquisa seja transformado em aumento da produtividade agrícola. Informa ao produtor rural a exata recomendação de calagem e adubação, o que confere maior retorno econômico e, em

determinados casos, economia na compra de corretivos e adubos minerais, permitindo desta forma maior sustentabilidade do sistema.

Assim, antes de realizar a adubação com fertilizantes orgânicos ou minerais, há a necessidade de conhecer a análise do solo, a qual tem a finalidade de fornecer de modo econômico os elementos de que a planta necessita e que o solo não tem em quantidade suficiente. Vale ressaltar ainda que se a acidez do solo não for corrigida, o efeito da adubação será próximo de zero (MALAVOLTA, 2007).

Para que ocorra a adequada recomendação dos corretivos e dos fertilizantes, neste caso o orgânico à base de cama de aves, há a necessidade de que a amostragem do solo seja realizada de acordo com os parâmetros de divisão da lavoura em áreas homogêneas quanto às características de cor, topografia, textura, vegetação, uso e manejo do solo. Deve-se evitar a amostragem em áreas encharcadas, ou nas quais foram depositados montes de calcário, esterco ou composto, lembrando que a “análise não é melhor que a amostra” (MALAVOLTA, 2007).

É sugerido que a análise seja realizada uma vez por ano, antes da implantação das lavouras. Em sistemas convencionais e com culturas perenes, recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 20 cm para correção de acidez, e de 20 a 40 cm para correção do alumínio tóxico, sendo que para culturas frutíferas recomenda-se amostrar a rua e no meio da rua, para verificar se há necessidade de corretivo de acidez ou para preparar este espaço para “receber” as raízes que vão se formando. No sistema de plantio direto já estabelecido, as coletas devem ser realizadas na linha e entrelinha, pois as amostras simples do sulco adubado e da entrelinha, quando compostas, fornecem a “média” da fertilidade (Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

De acordo com essas premissas de fertilidade do solo, buscou-se neste capítulo abordar os critérios técnicos para aplicação da cama de aves no sistema de produção agrícola com base na análise de solo e, par-

tindo do pressuposto de que ele esteja corrigido, ao nível de acidez do solo. Para isso, há a necessidade de escolher um nutriente específico do solo, levando-se em consideração a situação de que ele esteja limitando a produção da cultura ou aquele com maior disponibilidade, que poderá trazer impactos ambientais quando de sua adição em maiores quantidades. Tendo como sugestão os seguintes critérios de escolha do nutriente, faz-se as seguintes considerações:

- Quando o teor de P no solo for igual ou superior ao teor considerado muito alto (Tabela 1), a recomendação da cama de aves deverá levar em consideração a demanda nutricional e a produtividade esperada da cultura para esse nutriente. Caso o teor de P no solo for duas vezes superior ao nível máximo estipulado pelo boletim estadual, a recomendação da cama de aves deverá ser feita com prudência, para evitar perdas por escoamento superficial.
- Em condições de solos onde os teores de P estiverem abaixo da classe “muito alta” (Tabela 1), o fertilizante poderá ser aplicado visando suprir as necessidades de N para aplicação da cama de aves, levando em consideração a demanda nutricional e a produtividade esperada da cultura para esse nutriente essencial. No caso das leguminosas, há a opção de escolher o K em razão da associação simbiótica entre a bactéria *Rhizobium* e planta.

Para evitar perdas por escoamento superficial das formas de N e a lixiviação do NO_3^- , principalmente em solos desprovidos de manejo de conservação, bem como em condições onde prevalece a textura arenosa, ou ainda naqueles solos com baixo teor de matéria orgânica, é prudente preconizar o parcelamento da adubação orgânica, para evitar níveis de NO_3^- superiores a 10 mg L^{-1} nas águas subsuperficiais (Legislação Nacional do CONAMA, nas Resoluções 357 para corpos de água e a 396 para águas subterrâneas).

Vale ressaltar que para as plantas leguminosas, como soja, feijão, quando, crotalária, mucuna, etc, poderá ser adotado como critério de escolha dos nutrientes o K, caso os teores de P e deste nutriente no solo forem inferiores a muito alto no solo (Tabela 1).

Para a escolha do nutriente mais adequado ao ambiente é sugerido que levem em consideração os boletins de análise de solos para cada região do país para P e K, uma vez que eles predispõem a faixa de suficiência considerada ou não adequada às culturas, permitindo desta forma determinar a quantidade necessária de acordo com sua extração e produtividade esperada pela cultura naquela região do país.

- A única restrição obrigatória para a não aplicação da cama de aves será quando os teores de Cu ou de Zn no solo forem iguais ou superiores aos limites estabelecidos pela Resolução no 420 do CONAMA (Tabela 2). Nesta situação, a aplicação da cama de aves deverá ser evitada. Vale ressaltar que estes valores são os biodisponíveis, sendo determinado pela metodologia 3051 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA). Os teores limítrofes de elementos metais, Cu e Zn no solo são de 250 e 450 mg kg⁻¹. Já os valores de prevenção da qualidade são de 60 e 300 mg kg⁻¹.

Tabela 1. Interpretação do teor P do solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila, adaptado do Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), em mg dm⁻³.

Teor de P no solo	Classe de solo			
	1	2	3	4
Muito baixo	≤2,0	≤3,0	≤4,0	≤7,0
Baixo	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	7,1-14,0
Médio	4,1-6,0	6,1-9,0	8,1-12,0	14,1-21,0
Alto	6,1-12,0	9,1-18,0	12,1-24,0	21,1-42,0
Muito alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0

Teores de argila: Classe 1: >60%; 2: 41 a 60%; 3: 21 a 40%; 4: ≤20%.

Tabela 2. Valores máximos admissíveis no solo de acordo com a resolução no 420 do CONAMA de 2010

Elemento	Teor de investigação	Teor limite no solo
Zn	300	450
Cu	60	250

Segundo critério: composição química da cama

A composição química da cama de aves fornece a quantidade exata da concentração de cada nutriente essencial à planta presente neste fertilizante orgânico. Esta análise é de fundamental importância porque há uma variação muito grande para o mesmo nutriente em cada fertilizante orgânico, relacionada ao material de origem que compõe a cama de aves, sua raça, idade, lotação do aviário (aves/m²), alimentação, número de lotes, entre outros (Figura 1).

O fertilizante orgânico com cama de aves apresenta concentrações de NPK desbalanceadas para a cultura, como média aproximada de 3-3-2. Por isso, o profissional deve conhecer o teor do nutriente para aplicar a dose adequada à cultura desejada, seguindo os critérios abordados anteriormente. Caso os demais nutrientes forem insuficientes para a necessidade nutricional da cultura, deverão ser aplicados de forma mineral a fim de atender esta demanda.

Castro (2005) observou teores de N, P e K em cama de aviário de 25,9; 20,6 e 10,0 g kg⁻¹, enquanto Andreotti et al. (2005) constataram 19,3; 16,5 e 41,1 g kg⁻¹ e Oliveira et al. (2006) valores de 35,3; 30,7 30,0 g kg⁻¹. Estes resultados demonstram a importância de se conhecer a composição da cama de aves antes da recomendação da dose a ser aplicada a campo.

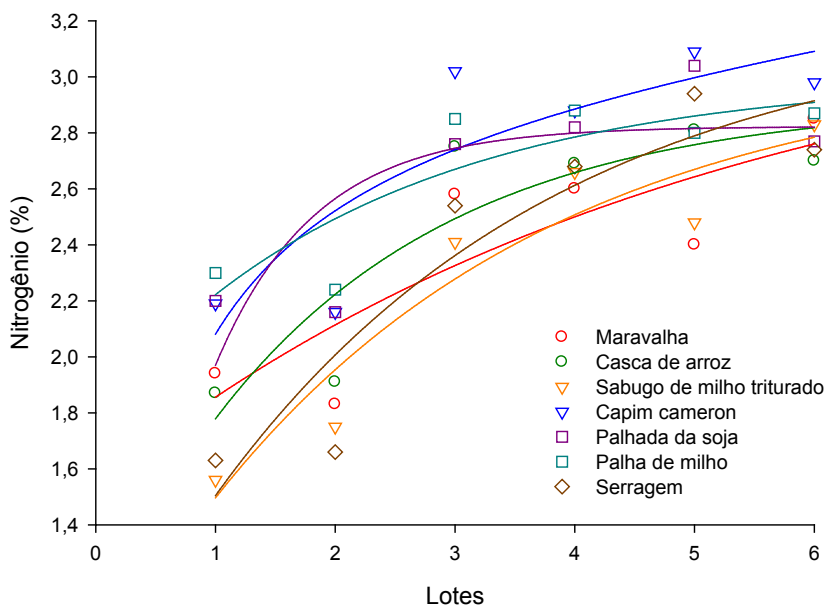


Figura 1. Teor de N em diferentes camas de aves em razão de diferentes matérias de origem e número de lotes de aves. Adaptado de Avila (2007).

Terceiro critério: necessidade nutricional da cultura

O terceiro critério é intrínseco a cada espécie vegetal, ou até mesmo para cada cultivar dentro da mesma espécie, lembrando que esta característica é determinada geneticamente, sendo que para alcançar seu maior potencial deverá haver condições adequadas do meio. O conhecimento da capacidade de absorção de nutrientes da planta revela a quantidade de nutrientes que poderá ser absorvida e exportada do solo, o que induz à necessidade de reposição destes com antecedência, evitando o esgotamento de nutriente no solo, prática agrícola conhecida como adubação de manutenção.

A importância de se conhecer a necessidade nutricional da cultura está relacionada diretamente à filosofia do balanço de nutrientes para avaliação do uso dos fertilizantes, a qual leva em consideração a produção agrícola sustentável, onde os nutrientes removidos do sistema deverão ser repostos por meio dos fertilizantes (CUNHA et al., 2010). Em outras palavras, o princípio do balanço de nutrientes está baseado no fluxo de entrada e saída dos nutrientes no sistema agrícola pelos principais processos (adubação, correção do solo e fixação biológica) com a quantidade que é exportada pelos diversos produtos agrícolas, permitindo desta forma prever sobre a alta ou baixa eficiência do fertilizante. Baixos índices de aproveitamento indicam agricultura de exaustão dos recursos disponíveis e, quando altos, indicam aplicação excessiva de fertilizante, o que preconiza o consumo não sustentável de recursos não renováveis, com aumento dos riscos ambientais.

Quantidades médias de nitrogênio, fósforo e potássio, exportadas nos grãos de diferentes culturas.

Culturas	N	P	K
	----- kg t ⁻¹ de grãos-----		
Soja	60	6,55	16,6
Feijão	50	4,40	12,4
Milho	16	3,60	4,9
Sorgo	15	3,54	3,5
Trigo	21	4,37	4,4
Arroz	14	2,36	2,4
Cevada	20	4,37	5,1
Aveia	20	3,15	4,4
Centeio	20	4,11	4,5
Trticale	20	3,45	4,2

Prado et al (2008).

Taxa de aplicação

Com o conhecimento da análise do solo, da composição química da cama de aves e da necessidade nutricional da cultura, associadas ao conhecimento do tipo de solo, topografia e histórico das adubações, é possível estabelecer a quantidade de nutriente a ser aplicada para a cultura de interesse, promovendo aumento de produtividade agrícola sem prejudicar o ambiente. Porém, se forem aplicadas doses inadequadas haverá o risco de limitar a produtividade com possíveis efeitos de contaminação do solo e da água. Portanto, o que irá decidir a ação a ser desenvolvida será a dose a ser recomendada e sua forma de aplicação no solo.

Em condições onde não houver a necessidade da adubação de correção do solo, poderá se optar pela adubação de manutenção onde de acordo com os critérios para a escolha do nutriente com maior risco no agroecossistema, o engenheiro agrônomo ou florestal deverá atender a fórmula a seguir:

Quantidade de nutriente (em kg/ha) = (quantidade exigida pela cultura – quantidade presente no solo) x f (eficiência de disponibilizada pela cama de aves).

É importante lembrar que para o P e K a quantidade destes dois nutrientes já presentes no solo. Para N, no Sul do Brasil a quantidade deste nutriente no solo poderá ser estimada em razão da taxa de mineralização, levando-se em consideração os resultados da MOS, sendo o valor proposto de 20% ao ano (Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004).

O valor f consta nos boletins técnicos de recomendação de corretivos e fertilizantes disponibilizados por Estado. No sul do país a quantidade disponibilizada pelo fertilizante, para N, P e K, deverá obedecer os seguintes valores 0,8, 0,9 e 1,0, respectivamente, os quais foram estabelecidos pela Manual de Adubação e de Calagem para os estados de Rio

Grande do Sul e Santa Catarina (2004).

O respeito com o ambiente

A atividade pecuária de criação de aves é concentradora de resíduos, os quais se forem manejados inadequadamente permitirão a presença de alta carga poluidora de nutrientes para o solo, ar e água. Vale ressaltar que o monitoramento da fertilidade através da análise de solo é ponto chave para o sucesso da aplicação da cama de aves como fertilizante orgânico, sendo que o respeito aos critérios técnicos descritos neste artigo reduzem os riscos de contaminação do ambiente.

A falta de critérios e o uso indiscriminado da cama de aves de corte no solo acarretam riscos ambientais a médio e longo prazo, sobretudo pelo comprometimento da qualidade do solo e das águas, além de reduzir a produtividade agrícola.

Cabe ao Ministério do Meio Ambiente/CONAMA regulamentar o impacto dos fertilizantes no ambiente, estabelecendo critérios para o uso adequado dos fertilizantes minerais ou orgânicos. Para o monitoramento do solo e a aplicação da cama de aves de corte deve-se consultar a Resolução 420 do CONAMA, de 28 de dezembro de 2009, a qual dispõe sobre critérios e valores orientadores da qualidade do solo em função da presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, conforme valores mencionados anteriormente.

É importante ressaltar três situações nas quais é necessário maior atenção quanto à aplicação de cama de aves como fertilizante orgânico:

- Áreas de solos arenosos apresentam menor potencial de carga, tanto negativas quanto positivas, para retenção de nutrientes no solo, fator que permite maior lixiviação do nitrogênio e do fósforo em profundidade,

podendo haver a contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, a eutrofização (enriquecimento da água por nutrientes, o que causa a proliferação de microrganismos e algas, provocando a redução do oxigênio e, ou, a mortalidade dos peixes, além de reduzir a qualidade da água).

- Em áreas de declive elevado, para evitar a contaminação das águas superficiais em função do escoamento superficial de nutrientes, em especial o nitrogênio e o fósforo, deve-se seguir as práticas agrícolas de manejo e conservação do solo como curva de nível, rotação de cultura, plantio em faixas, manutenção da cobertura vegetal do solo, área de mata ciliar, entre outras;
- Em áreas onde o lençol freático for mais próximo à superfície, com valores inferiores ou próximos a dois metros, deve-se evitar o uso excessivo da cama de aves para que não ocorra a contaminação da água por nutrientes. Nestas áreas deve-se monitorar a qualidade da água, de acordo com os limites de nutrientes impostos pelas leis do CONAMA 396 (classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas) e CONAMA 357 (classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento).

Os benefícios da cama de aves para o produtor

Quando práticas agrícolas são aplicadas de forma inadequada, entre elas a adubação, problemas como o esgotamento do solo pela exportação de nutrientes pelas plantas e a perda destes nutrientes por lixiviação, erosão e emissão de gases ou volatilização são fatores que tornam este ambiente cada vez mais deficiente em um ou vários de seus elementos, sendo que os reflexos surgem na menor produtividade agrícola. Assim, o uso de práticas agrícolas, como a correção da acidez e o fornecimento de nutrientes pela adubação química e/ou orgânica, são indispensáveis no sistema de produção. Isto permite que o solo apresente disponibilidade equilibrada de nutrientes, fator que possibilita a melhor absorção destes pela planta e o incremento da produtividade.

O fornecimento de nutrientes às plantas a partir de fertilizantes orgânicos, entre eles a cama de aves, é uma estratégia interessante e viável economicamente, fator que contribui para preservação das reservas naturais, além de introduzir novas práticas de manejo, as quais podem otimizar a ciclagem de nutrientes e reduzir a demanda por insumos externos (CHAGAS et al., 2007).

Além disso, a liberação de nutrientes pela cama de aves se processa de forma mais lenta do que os fertilizantes minerais, visto ser necessário tempo bem maior de ação dos microrganismos para realizar a mineralização, a qual dependerá de fatores como temperatura e umidade do solo, relação C/N, tipo de solo, pH, entre outros. A liberação mais lenta dos nutrientes pela cama é um aspecto positivo, pois a liberação dos nutrientes poderá coincidir com a maior demanda nutricional da cultura, principalmente as anuais.

Resultados para a cultura do milho na safra 2009/2010 em Santa Catarina

Na safra de 2009/2010 foi realizado experimento de campo com a cultura de milho no Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia. O clima da região pertence ao clima subtropical úmido (Cfa), onde os meses mais frios (junho e julho) apresentam temperaturas médias em torno de 15°C e temperatura média de 23°C, segundo a classificação de Köppen. As chuvas são regulares e bem distribuídas, sem deficiências hídricas e com precipitações totais anuais acima de 1.500 mm e altitude de 569 m acima do nível do mar.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de acordo com a classificação de solos descrita pela Embrapa (1999). A semeadura do híbrido simples Dekalb 240 foi realizada no dia 23 de outubro de 2009 e a colheita no dia 21 de fevereiro de 2010. O espaçamento entre plantas foi de 0,80 m com densidade de sete plantas m⁻¹. As práticas culturais realizadas foram: aplicação de herbicida com o princípio ativo nicosulfuron (sanson) e uso de adubação de cobertura realizado

apenas nos tratamentos que receberam fertilizante mineral, utilizando 64 kg ha^{-1} de ureia.

Os tratamentos constituíram-se de dois níveis de tecnologia quanto à aplicação de nitrogênio (70 e $140 \text{ kg de N há}^{-1}$) e dois tipos de fertilizantes (mineral e cama de aves de corte). A aplicação do fertilizante orgânico foi realizada sobre a superfície do solo, enquanto o mineral foi por incorporação na linha no momento da semeadura, simulando o que é feito a campo. A produção foi determinada coletando-se plantas consecutivas em dois metros lineares em duas linhas de plantio, totalizando $3,2 \text{ m}^2$ de área útil, e correção posterior de peso para a umidade padrão (13%).

A aplicação de fertilizante mineral obteve produtividades de 6.459 e 8.822 kg ha^{-1} para os níveis tecnológicos de 70 e $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$, respectivamente, enquanto que o fertilizante orgânico com cama de aves de corte apresentou produtividade de 7.729 e 9.164 kg ha^{-1} para os dois níveis tecnológicos de nitrogênio. Pode-se verificar que o tratamento que apresentou maior produtividade foi com aplicação de $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na forma de cama de aves de corte (Figura 2). O uso de cama de aves de corte apresentou maior rendimento para os dois níveis de N, com um incremento de 4% em relação à adubação mineral para o nível tecnológico mais elevado e de 20% para o menor nível tecnológico.

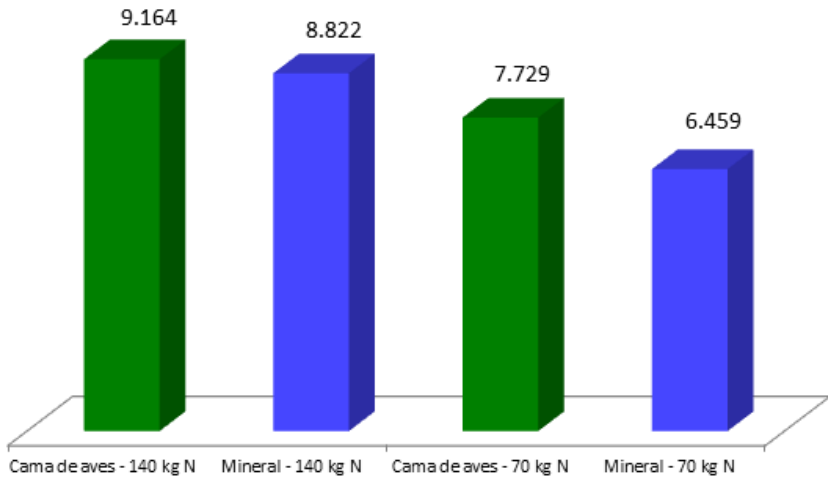


Figura 2. Produtividade do milho (kg/ha), segundo o tipo de fertilizante e a aplicação de N, Santa Catarina, safra 2009/2010

Valor fertilizante e mercado da cama de aves de corte

A cama de aves pode ter diversas utilidades, o que lhe confere valor econômico. Pode-se citar o seu uso como fertilizante do solo tendo em vista que incorpora NPK e outros nutrientes do dejetos das aves e, mais recentemente, o seu uso em biodigestores ou através de queima para geração de energia elétrica. Além disso, foi muito utilizada na alimentação de ruminantes, mas esta prática é proibida no Brasil desde 2004. Neste texto aborda-se apenas o seu valor fertilizante, mas destaca-se que cada vez mais há correlação entre os mercados de fertilizantes e combustíveis.

O valor fertilizante da cama de aves de corte pode ser mensurado a partir da sua concentração de nutrientes (geralmente considera-se apenas N, P e K) e do preço de mercado dos fertilizantes minerais. O valor de mercado do N é obtido a partir do preço da ureia (que contém 44% de N), o valor de mercado do P_2O_5 é obtido a partir do preço do superfosfato simples ou triplo (que contém 18% e 42% de P_2O_5 , respectivamente).

te), e o valor de mercado do K_2O é obtido a partir do preço do cloreto de potássio (que contém 60% de K_2O). Por sua vez, como apontado anteriormente, a concentração de nutrientes é obtida a partir da análise química da cama.

Tanto o preço dos fertilizantes quanto a concentração de nutrientes são muito variáveis, o que implica em uma variabilidade grande no valor fertilizante da cama de aves de corte. Por um lado, o preço dos fertilizantes difere entre as regiões e países produtores, além de sofrer mudanças ao longo do tempo geralmente associadas a variações no preço do petróleo e nas condições de oferta e demanda dos mercados internacionais de *commodities*. As diferenças de concentração de nutrientes ocorrem em função de mudanças nos sistemas de produção, genética, ração e manejo da cama.

Apresenta-se a seguir, na Tabela 3, uma estimativa do valor fertilizante da cama de aves de corte, em Santa Catarina, em novembro de 2010, para dois diferentes níveis de concentração de nutrientes. Verifica-se que o valor de mercado do fertilizante da cama de aves de corte varia, neste caso, de 145 a 236 R\$/t.

Tabela 3. Concentração de nutrientes e valor fertilizante da cama de aves de corte em Santa Catarina, Nov./2010

Nutriente	Preço (R\$/kg)	Nutrientes (g/kg)		Valor fertilizante (R\$/t)	
		Baixa concentração	Alta concentração	Baixa concentração	Alta concentração
N	2,16	25	35	55	76
P ₂ O ₅	2,64	19	40	50	106
K ₂ O	1,81	22	30	40	54
Total				145	236

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de levantamento de preços Cepa/Epagri.

A apropriação do valor fertilizante por parte do avicultor na forma de renda monetária depende da disponibilidade de área agricultável e do impacto na produtividade agrícola, assim como da estrutura do mercado de fertilizantes orgânicos, das distâncias de transporte e da sua

competência em comercializar a cama.

Avicultor que não dispõe de área agricultável

O avicultor que não dispõe de área agricultável deve vender a cama para terceiros. Neste caso, a prática mais comum é a venda para estabelecimentos rurais vizinhos com área cultivada ou para empresas e cooperativas que processam a cama em fertilizante orgânico ou organo-mineral. Na região Sul verificou-se em 2010 um preço pago ao produtor entre R\$ 20,00 e 50,00 a tonelada. Este valor é bem inferior ao valor fertilizante estimado na Tabela 3 (uma redução de 66 a 92% do valor fertilizante).

Isto ocorre por vários motivos. Em primeiro lugar, porque se deve descontar o valor do frete (Tabela 4), que representa de 10 a 60% do valor fertilizante da cama de aves de corte. Além disso, há outros custos logísticos, administrativos e de comercialização que devem ser descontados do valor fertilizante, mas que não são apresentados neste texto.

Tabela 4. Valores de frete rodoviário de adubos e impacto no valor fertilizante da cama de aves de corte, Set. a Nov./2010, em R\$/t

Distância (km)	Valor do frete (R\$/t)*	Peso do frete no valor fertilizante (%)		Valor fertilizante descontado o frete (R\$/t)	
		Baixa concentração	Alta concentração	Baixa concentração	Alta concentração
100	24	17	10	121	212
500	73	50	31	72	163
1.000	87	60	37	58	149

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de levantamento de preços Cepa/Epagri.

* Média dos valores de frete na região Sul.

Mesmo assim, o valor pago pela cama de aves de corte nos mercados do Sul do país é inferior ao seu valor fertilizante, descontado o custo de transporte, refletindo a estrutura deste tipo de mercado. O desafio do avicultor que tem excedente de cama em relação à sua área agricultável é tentar reduzir ao máximo a diferença entre o preço de venda da cama

e o seu valor fertilizante, seja através de um melhor conhecimento da concentração de nutrientes para melhor negociar valores, seja através da busca de um conjunto de compradores situados o mais próximo possível da propriedade avícola (encurtar distâncias).

Avicultor que dispõe de área agricultável

O avicultor que dispõe de área agricultável deve, preferencialmente, utilizar a cama em suas lavouras. Neste caso, poderá apropriar-se ao máximo do valor fertilizante. Os benefícios econômicos podem ser estimados com base no valor que deixa de ser gasto com fertilizantes minerais (descontada a perda de receita com a venda de cama para terceiros), além de potenciais impactos na produtividade agrícola.

Com base nos resultados para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina, conforme apontado acima, observa-se que há uma redução de custos de 14 a 23% com a substituição de fertilizantes minerais por cama de aves, dependendo da aplicação de N (140 ou 70 kg de N ha^{-1}). Isto ocorre não apenas porque o fertilizante deixa de ser comprado para ser suprido pelo próprio agricultor mas, também, porque não é necessário realizar a adubação de cobertura com ureia. Por outro lado, ocorre um incremento de receita em função da maior produtividade, conforme já mencionado (Tabela 5).

O uso de cama de aves de corte em substituição ao fertilizante mineral representou um aumento de 83% no resultado dos cultivos de milho com 140 kg ha^{-1} de N, equivalente a R\$ 507,00 por hectare, sendo que 82% deste ganho ocorreu em função da redução de custos e 18% em função do aumento da produtividade. Nos cultivos de milho com 70 kg ha^{-1} de N, esse aumento foi de 183%, equivalente a R\$ 549,00 por hectare, sendo que 37% deste ganho ocorreu em função da redução de custos e 63% em função do aumento da produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Custos, receitas e margem de contribuição para a cultura do milho, Santa Catarina, Nov./2010, em R\$/ha.

Itens de custo	140 kg ha ⁻¹ de N		70 kg ha ⁻¹ de N	
	Mineral	Cama*	Mineral	Cama**
Adubo base (NPK ou cama)	378	240	189	120
Adubo de cobertura (ureia)	280	0	140	0
Demais insumos***	546	546	546	546
Mão de obra e serviços mecânicos	571	575	571	575
Total dos custos variáveis (CV)	1.775	1.361	1.446	1.241
Receita bruta (RB)	2.386	2.479	1.747	2.091
Margem (RB - CV)	611	1.118	301	850

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de Cepa/Epagri.

* Utilizou-se 6t/ha de cama de aves de corte.

** Utilizou-se 3t/ha de cama de aves de corte.

*** Inclui sementes, calcário, dessecante, herbicida e inseticida.

Vale ressaltar que os bons resultados agronômicos apresentados pelo milho, bem como econômico, ocorreram em função da aplicação dos critérios técnicos abordados neste artigo para a utilização da cama de aves de corte como fertilizante orgânico, ou seja, sem prejudicar o ambiente.

A importância da cama de aves de corte para a renda do avicultor integrado

Os contratos de parceria são a forma predominante de organização da produção na avicultura brasileira. Nestes contratos, cabe à agroindústria arcar com cerca de 90% dos custos de produção do frango de corte (ração, pintos de um dia, transporte, serviço de apanha e assistência técnica), enquanto que o avicultor detém instalações e equipamentos e arca com cerca de 10% dos custos (calefação, cama, energia elétrica, mão de obra). O pagamento é feito com base no desempenho zootécnico dos lotes de frango entregues para abate (conversão alimentar e mortalidade). Esta divisão de tarefas apresenta a vantagem para o avicultor de reduzir sua exposição ao risco (sobretudo na variação do preço dos grãos), mas tem a desvantagem de gerar um rendimento

muito próximo (ou até abaixo) do custo de produção.

Por este motivo, é importante complementar o rendimento com a venda ou uso de subprodutos, como é o caso da cama. Observando as boas práticas de produção, um avicultor que possui um aviário convencional com 1.200 m² de área de galpão (predominante na região Sul), pode incrementar sua renda bruta. No caso analisado, em Santa Catarina, em novembro de 2010, pode-se observar um impacto de 8% a 47% na renda bruta (Tabela 6), dependendo da disponibilidade de área agricultável e da condição de mercado para a cama.

Tabela 6. Valor da cama e impacto na renda bruta do aviário, segundo a decisão de uso da cama de aves de corte, Santa Catarina, Nov./2010

Decisão de uso da cama	Valor da cama (R\$/t)	Renda com a cama (R\$/Lote)	Participação na renda bruta (%)**
Aplicação em lavoura de milho (140 kg de N)*	125	2.740	47%
Aplicação em lavoura de milho (70 kg de N)*	112	2.454	42%
Venda a terceiros ao preço máximo de mercado	50	1.100	19%
Venda a terceiros ao preço mínimo de mercado	20	440	8%

Fonte: elaborado pelos autores

* Inclui a redução de custos com fertilizante mineral, aumento de produtividade e aumento de custo com distribuição da cama (mão de obra e maquinário).

** Considerado o valor médio da remuneração verificado na região Sul em 2010.

Referências

- ANDREOTTI, M.; NAVA, I.A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na "safra das águas". **Acta Scientiarum Agronomia**, v. 27, n. 4, p. 595-602, 2005.
- AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. **Valor agronômico da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos**. Comunicado Técnico 466, 4p. 2007.
- CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. de. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 495-502, 2005.
- CHAGAS, E.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. Decomposição e liberação de nitrogênio, fósforo e potássio de resíduos da cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 4, p. 723-729, 2007.

CUNHA, J. F.; CASARIM, V.; PROCHNOW, L. I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, n. 130, p. 1-11, 2010. Disponível em <[www.ipni.org.br/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/\\$FILE/Page1-11-130.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/$FILE/Page1-11-130.pdf)> acesso 28 de novembro de 2010.

DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LCMUNYON, J. L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. **Journal of Environmental Quality**. v. 27, p. 251-257, 1998.

DELAUNE, P. B.; MOORE, P. A.; LEMUNYON, J. L. Effect of chemical and microbial amendment on phosphorus runoff from composted poultry litter. **Journal of Environmental Quality**. v. 35, p. 1291-1296, 2006.

EARHART, D. R.; HABY, V. A.; BAKER, M. L.; LEONARD, A. T. Cropping system and poultry litter effects on residual soil $\text{NO}_3\text{-N}$ and P. **HortScience**, v. 31, p. 756, 1996.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

Food and Agriculture Organization of the United Nation – FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/corp/statistics/en/>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

GAYA, J. P. Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como adubo orgânico. 2004. 140p. **Dissertação** (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2004.

MALAVOLTA, E. **Análise de terra - para que serve? In: Palavras do Professor**, 2007. Disponível em: <<http://www.malavolta.com.br/malavolta/malavolta6.html>>. Acesso em: 28 nov. 2010.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (eds). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna, Embrapa, p.109-141. 2000.

Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão Química e Fertilidade do Solo. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com cama de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.1, p. 353-385, 2006.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição Mineral de plantas e diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, CAPes/ Fundunesp, 2008. 301p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, 154p.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991. 343p.

SEGANFREDO, M. A. **O impacto ambiental na utilização da cama de aves como fertilizante do solo**. 2000. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j1k38l3q.html>. Acesso em: 2 fev. 2010.

SIQUEIRA, O. J. F.; SCHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1987, 100p.

Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial - SBERA. Disponível em: <<http://www.sbera.org.br/pt>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

TEWOLDE, H.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E. Broiler litter as a sole nutrient source for cotton: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium concentrations in plant parts. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, p. 605–619, 2005.

Capítulo 4

TRATAMENTO DE DEJETOS DE AVES POEDEIRAS COMERCIAIS

*Karolina Von Zuben Augusto
Airton Kunz*

Introdução

No setor de produção de ovos, as vantagens advindas do uso recente de novas tecnologias são contabilizados em termos de ganho de homogeneidade de lote, melhor regularidade na distribuição das dietas, padronização na classificação dos ovos, diminuição dos ovos quebrados e/ou sujos, entre outras.

As gaiolas de arame galvanizado, onde são alojadas as aves, são dispostas em andares semi-sobrepostos de forma piramidal e representam os sistemas convencionais de instalação de poedeiras (Figura 1).

Foto: Karolina V. Z. Augusto



Figura 1. Sistema convencional para alojamento de aves poedeiras

Nestes sistemas, há um distanciamento entre os andares de gaiolas e o solo para o armazenamento temporário e gradativo dos dejetos ali depositados por gravidade.

Em sistemas convencionais, os dejetos permanecem por longos períodos sob as gaiolas até que sejam retirados, de forma manual ou até mesmo por maquinários específicos, permitindo a obtenção de dejetos mais secos, em menor quantidade e volume, do que os frescos e, em alguns casos, em fase de decomposição avançada.

No caso das gaiolas de arame ou de plástico, as quais permanecem totalmente unidas e sobrepostas umas às outras em andares, constituem os sistemas automatizados de produção, ou sistemas de produção em baterias verticais, e se acomodam no interior de galpões com maior capacidade de alojamento por área.

Nos sistemas automatizados, o espaço abaixo das gaiolas para armazenamento dos dejetos é substituído pelo uso de mantas ou esteiras coletoras de dejetos, que ficam entre os andares de gaiolas (Figura 2).

Foto: Karolina V. Z. Augusto



Figura 2. Sistema automatizado para alojamento de aves poedeiras

Neste sistema, o manejo dos dejetos é realizado diariamente ou a cada dois dias com a utilização de uma esteira mecânica, própria deste tipo de construção de gaiolas. Com tal manejo, os dejetos apresentam características diferentes dos provenientes de sistemas convencionais, pois quando frescos apresentam umidade alta, alto teor de nitrogênio, de micro-organismos, matéria orgânica e outros compostos.

O manejo de dejetos merece destaque atualmente como uma preocupação a mais aos produtores do setor, envolvendo qualidade e comércio, assim como interferindo nos custos de investimento e retorno, que são fatores importantes na produção lucrativa de aves. Desta forma, a produção de dejetos deve ser gerenciada como parte importante dentro do processo produtivo e nunca ser negligenciado, pois poderá se tornar um grande passivo do empreendimento.

Por causa do alto potencial biogênico dos dejetos, não é aconselhado o uso no solo sem tratamento. Gases emitidos e odores formados durante a degradação dos dejetos são importantes evidências do impacto ambiental causado.

A emissão de gases da atividade, como amônia, o dióxido de carbono e metano, podem ter implicações na produção, saúde humana e meio ambiente. Problemas no manejo das instalações e dos dejetos poderão aumentar substancialmente a emissão destes gases.

O uso não controlado de dejetos como fertilizante traz sérias consequências ao meio ambiente, como a fertilização excessiva do solo, com alto teor de nutrientes, resultando em contaminação de águas subterrâneas e eutrofização de águas superficiais. Neste sentido, é importante que se tenha conhecimento da legislação brasileira no que diz respeito ao seu controle, registro e uso no solo. Pode-se citar como exemplo a IN 25/2009 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (que trata dos biofertilizantes) e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 452/2009 (estabelece as concentrações máximas de alguns parâmetros no solo).

Diversas são as opções disponíveis para o manejo e o tratamento dos dejetos de aves poedeiras. Cada uma delas tem sua indicação, dependendo das características individuais de cada propriedade e dos dejetos ali produzidos. Porém, os primeiros passos a serem tomados são o gerenciamento da produção de dejetos e a escolha do tratamento.

Controle da produção de dejetos

A avaliação da produção média dos dejetos na propriedade é a primeira ação a ser tomada para escolha de um tratamento adequado. Para isso é necessário que seja elaborado um plano de controle de produção constando o maior número de informações possíveis, tais como:

- Número de animais alojados.
- Peso médio dos animais.
- Idade.
- Dieta.
- Número de dias em que os animais estão recebendo tal dieta.
- Número de dias em que os animais estão recebendo tal manejo.
- Genética das aves.
- Manejo de retirada de dejetos.
- Sistema de instalação.

Compostagem

A compostagem é uma estratégia bastante interessante para o tratamento dos dejetos de poedeiras comerciais e é definido como um processo biotecnológico de decomposição de matéria orgânica sob condições aeróbias controladas, realizado por colônias mistas de microrganismos. O processo pode ocorrer naturalmente ou pode ser acelerado com a intervenção do homem, tornando-se mais eficiente.

O composto orgânico estabilizado é o produto final da compostagem e apresenta características específicas que o determinam como um material adequado ao uso como fertilizante no solo (veja IN 25/2009 do MAPA).

O conhecimento do processo de compostagem é importante para a produção de um composto orgânico de boa qualidade e para a prevenção de problemas durante o processo.

A compostagem é um sistema de tratamento de custo baixo e mão de obra simples. Adicionando aos dejetos materiais ricos em carbono (para aumentar a relação C/N) e de baixa umidade, como serragem, palhas e/ou cascas, controlando a temperatura, umidade e aeração, consegue-se conduzir o processo de forma adequada e extrair um material final de boa qualidade.

Montagem e controle da compostagem

Os primeiros passos para a realização de uma compostagem bem sucedida são definidos como pre-compostagem e envolvem as seguintes etapas:

Determinação da relação carbono/nitrogênio

Durante a compostagem, quase todos os nutrientes presentes nos materiais são aproveitados pelos micro-organismos. De qualquer maneira, os nutrientes de maior relevância para o processo são o carbono, o nitrogênio e o balanço entre eles (C/N). Carbono em excesso gera condições inadequadas à compostagem e torna o processo lento ou, até mesmo, estagnado. Por outro lado, relações baixas de C/N, ou seja, nitrogênio em excesso causa emissões de amônia e maus odores. A relação ideal para início de processo é de 30/1 a 25/1. Porém, quando bem gerenciada, a compostagem pode ser conduzida com relações C/N iniciais de até 15/1. Os materiais ricos em carbono são de origem vegetal enquanto os ricos em nitrogênio são, basicamente, os dejetos e outros efluentes de atividades pecuárias.

Escolha dos materiais de mistura

Os materiais de mistura servem para incrementar a relação C/N dos dejetos. Eles provêm carbono extra para a mistura. Para escolha desses materiais é importante considerar os aspectos econômicos (o custo dos materiais devem ser acessíveis), o tamanho de partícula (entre 2 a 15 mm e uniformes), o carbono prontamente disponível (nem todo carbono presente está em forma prontamente disponível aos micro-organismos. Resíduos de madeiras são de difícil quebra e pouco disponível, assim no balanço C/N deve-se considerar esta característica), e a contaminação (os materiais contaminados com substâncias tóxicas não são permitidos no processo de compostagem).

Granulometria

O tamanho e a uniformidade das partículas são importantes no processo de compostagem, pois conferem maior ou menor superfície de contato aos micro-organismos e facilidade ou não de passagem de ar através da pilha de compostagem. Partículas muito pequenas (< 2 mm) podem gerar locais de anaerobiose e prejudicar o processo.

Pesagem e mistura

Todos os materiais utilizados na compostagem, incluindo os dejetos, devem ser pesados e misturados até se tornarem completamente homogêneos, conforme orientações técnicas para regular a relação C/N e umidade.

Local adequado

O ideal é que a compostagem seja realizada em local próximo da produção do dejetos. Locais muito distantes das granjas são economicamente desaconselháveis, pois o transporte onera os custos e pode inviabilizar o processo. O pátio disponível para a compostagem pode ser arquitetado para pequenos e grandes projetos e irá depender da quantidade de dejetos produzidos. O solo deve ser compactado e impermeabilizado evitando a infiltração de água de chuva contaminada com dejetos às águas subterrâneas. A direção dos ventos é outro fator a ser considerado, haja vista que os ventos ajudam a diminuir a umidade das pilhas de compostagem tanto ou mais que a incidência de luz solar. É necessário planejar a disposição correta de áreas destinadas à pré-compostagem, compostagem e pós-compostagem. Projetos detalhados podem ser realizados por profissionais qualificados e especializados.

Para uma boa evolução do processo de compostagem, alguns métodos de controle devem ser tomados, tais como:

Dimensionamento das pilhas ou leiras

O tamanho da compostagem é determinado pela escolha do método. Compostagens montadas com pilhas (formas piramidais) não devem exceder três metros de diâmetro da base e dois metros de altura, visando facilitar a mão de obra e evitar compactação do material e, consequente, falta de ar dentro das pilhas. Compostagens montadas com leiras (pilhas longitudinalmente ampliadas) não devem exceder altura de 1,2 metros, porém com comprimento indeterminado, variando conforme os equipamentos utilizados no manejo.

Controle de mistura e aeração

Estes dois fatores são interdependentes e são fatores críticos no desempenho do processo de compostagem. O revolvimento ou mistura é recomendado durante os primeiros 45 dias de compostagem. É neste período que a temperatura alcança os maiores valores, por isso a importância do revolvimento para controle da mesma, evitando valores acima do recomendado. A aeração é fundamental para garantir o aporte de oxigênio para toda a pilha e ela pode se conseguida através do revolvimento.

Temperatura

A temperatura necessita ser controlada diariamente. A faixa ideal durante a compostagem é de 35 a 60°C. Temperaturas abaixo de 25°C e acima de 65°C atrapalham a atividade microbiana tornando o processo lento. O aumento de temperatura durante os primeiros dias do processo (fase termofílica) é essencial para a eliminação de micro-organismos patogênicos sensíveis à elevação de temperatura.

Odor

A eliminação total dos odores, durante a compostagem, é quase impossível. Porém, a condução correta e controlada dá a possibilidade de minimizar a emissão de odores. O suprimento correto de oxigênio

ao processo é fundamental para evitar fases anaeróbias e consequente aumento da evolução de odores.

Maturação e qualidade do composto orgânico final

Com a estabilização do material encerra-se o processo de compostagem. Neste estágio, as características do composto já estão determinadas e está pronto para o beneficiamento, para a venda ou uso na propriedade.

A última etapa é denominada de pós-compostagem e envolve o beneficiamento e secagem ou irrigação do composto orgânico.

Beneficiamento

Ao final do processo, o composto deve ser peneirado para garantir a uniformidade da granulometria e qualidade do material para a venda e disposição no solo (Figura 3).

Foto: Airtton Kunz



Figura 3. Peneira rotativa para peneiramento do composto

Secagem ou irrigação

Dependendo do teor de umidade do composto orgânico, pode ser necessário a secagem ou o acréscimo de água. O teor de umidade recomendado para o composto orgânico é de 30 a 40%.

Biodigestão anaeróbia

A biodigestão anaeróbia é o processo biológico no qual a matéria orgânica é degradada na ausência de oxigênio, formando majoritariamente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Essa mistura de gases é denominada de biogás e pode ser coletada e usada como fonte de energia (térmica ou elétrica) em substituição aos combustíveis fósseis, diminuindo a demanda e o impacto ambiental pela utilização de uma fonte de energia renovável.

A biodigestão anaeróbia pode ser usada no tratamento de resíduos sólidos ou líquidos, promovendo a redução do poder poluente dos dejetos, tendo como subproduto, além do biogás, o biofertilizante com várias aplicações na propriedade rural. O biofertilizante é o material líquido efluente do processo que sofreu digestão anaeróbia, teve parte considerável de sua matéria orgânica convertida em biogás através dos micro-organismos presentes, além de parte dos nutrientes biodisponibilizados. Para sua aplicação no solo é importante que seja respeitado o balanço de nutrientes, pois caso contrário este poderá passar de um biofertilizante a um poluente.

O processo ocorre em câmaras fechadas fornecendo ao meio a condição de anaerobiose a qual é necessária para que os micro-organismos possam digerir a matéria orgânica presente. São encontrados biodigestores de diversos modelos e tipos de operação. A escolha do modelo mais adequado deverá levar em conta a frequência de produção de dejetos, características dos dejetos e disponibilidade de mão de obra.

Escolha do biodigestor e acompanhamento do processo

De acordo com o regime de alimentação, pode-se optar por dois modelos de biodigestores: os do tipo batelada e os do tipo semicontínuo.

Os biodigestores batelada são aqueles em que as câmaras são abastecidas de uma só vez durante um período de tempo conveniente para a fermentação e degradação da matéria orgânica. Após este período, as câmaras são desabastecidas de uma única vez. São recomendados para dejetos líquidos com alta concentração de sólidos, o que dificulta o escoamento natural no interior dos biodigestores.

Os biodigestores semicontínuos são aqueles de abastecimento diário ou em uma frequência de tempo determinada. Na mesma frequência com que são abastecidas, as câmaras são desabastecidas. Em função do regime hidráulico, são recomendados para dejetos líquidos com baixa concentração de sólidos.

Durante o processo de biodigestão anaeróbia é necessário acompanhamento rigoroso, pois existem diversos fatores que podem interferir negativamente no sistema. Entre eles destacam-se a composição química e características físicas dos dejetos, a diluição a que foram submetidos, temperatura ambiente, o tempo de retenção hidráulica e a interação entre os micro-organismos atuantes no processo.

Para que a operação tenha sucesso é importante ter atenção diária ao processo, além de mão de obra qualificada. Dentre os fatores de atenção importantes estão: o teor de sólidos totais da carga de abastecimento dos biodigestores, a frequência de abastecimento que deve seguir a rotina de manejo da propriedade, a limpeza dos biodigestores que deve ser realizada periodicamente a cada dois anos, esvaziando-os para retirada dos sólidos mais densos sedimentados no fundo das câmaras. É recomendado que, durante a limpeza, que até 20% do lodo seja preservado dentro dos biodigestores, para que sirva como inóculo para os próximos abastecimentos.

Análises laboratoriais periódicas são recomendadas para afluente e efluente do processo.

Em propriedades com diferentes atividades pecuárias, pode-se recomendar a mistura de outros tipos de dejetos aos dejetos de poedeiras para o abastecimento dos biodigestores.

Queima de biomassa

A cogeração de energia com a utilização de dejetos de animais como forma de disposição final dos mesmos, ainda não é prática comum no Brasil. No entanto, em muitos países (Estados Unidos e na Europa) já foram desenvolvidas tecnologias que permitem, ao mesmo tempo, gerar energia a partir da queima dos dejetos e eliminar o problema que a sua grande quantidade representa em algumas granjas. (Figura 4). Este processo consiste na queima dos dejetos e, com o vapor liberado, se produz energia elétrica tendo como resíduo final a cinza.

Foto: Karolina V. Z. Augusto



Figura 4. Queima de dejetos de galinhas poedeiras para recuperação de energia

A recomendação para este tipo de processo de tratamento é para dejetos com baixo teor de umidade (haja vista que a água diminui o poder calorífico do material), granjas que não dispõe de área suficiente para outros tratamentos e demanda de energia dentro da propriedade.

Disposição final de aves mortas

O confinamento de animais requer o correto gerenciamento de carcaças de animais mortos. As carcaças devem ter um destino apropriado para evitar contaminação do solo, água, atração de outros animais e disseminação de doenças.

A busca por métodos de disposição e tratamento é um problema não somente sanitário, como também ambiental, social e econômico dentro da produção de ovos. Existem diversos métodos de disposição e os comumente encontrados são compostagem, incineração e aterro.

Compostagem de animais mortos

O processo de compostagem de aves mortas é definido como uma decomposição controlada de materiais orgânicos. Neste processo, diferentemente da compostagem de dejetos, ocorre tanto uma decomposição aeróbia quanto uma anaeróbia. Os materiais adicionados à pilha de compostagem auxiliam na aeração e na decomposição aeróbia de fora para dentro das carcaças. Enquanto ocorre a decomposição aeróbia, outra se passa dentro dos animais mortos, que é a decomposição anaeróbia, e acontece de dentro para fora. Dando condições ideais, o processo de compostagem ocorre em 90 dias e tem como resultado final um composto orgânico de alta qualidade do ponto de vista fertilizante. Porém, algumas penas, ossos maiores e bicos podem ser encontrados, por isso recomenda-se um beneficiamento final, para separação dessas partes.

Montagem e acompanhamento

O manejo da compostagem deve ser realizado diariamente para que todos os animais da propriedade tenham destino adequado em menos de 24 horas após sua morte, evitando assim o risco de contaminação do ambiente, de problemas sanitários e de atração de animais que possam ser vetores de doenças (aves, roedores, moscas e cães). Recolhidos os

animais mortos, a pilha de compostagem deve ser preparada em local fechado e coberto. O manejo correto é fundamental ao sucesso do processo. Sem mão de obra treinada e um processo bem conduzido, a compostagem corre o risco de não se desenvolver corretamente e as carcaças se manterem intactas até o prazo final do processo, além da liberação de chorume, odores e da atração de animais invasores. A presença de moscas é um dos problemas mais comuns numa compostagem mal conduzida. É um bom indicativo do manejo incorreto, seja ele pelo uso de materiais inadequados, de relações inadequadas de materiais, excesso de água e/ou por exposição de partes dos animais.

A seguir os principais passos da compostagem de aves mortas:

- As aves devem ser dispostas numa área designada exclusivamente à compostagem, podendo ser baias ou galpões.
- A confecção da pilha deve ser iniciada com uma espessa camada de material vegetal seco, de preferência presente na propriedade. No mínimo 15 cm de espessura de material vegetal seco, como palhas, cascas, serragens, bagaço de cana de açúcar ou capim seco.
- Na segunda camada é espalhado o dejetos seco ou composto orgânico oriundo da compostagem dos dejetos. A quantidade de dejetos deve ser suficiente para cobrir toda a camada anterior.
- A seguir as aves mortas são acomodadas em cima do dejetos espalhado de forma a não se sobreponham umas às outras e não encostem às paredes das baias ou galpões.
- Outra camada de dejetos ou composto orgânico deve vir acima das aves cobrindo-as por completo. Nenhuma parte das aves deverá ficar exposta.
- A adição de água no processo fica a critério do rigor com que está sendo conduzido o processo. Caso este não esteja sendo realizado com total gerenciamento e com mão de obra treinada, não é recomendada tal adição.
- A última camada é a de separação das camadas de aves mortas ou a de cobertura final da pilha. Uma generosa quantidade de material vegetal seco deve ser espalhado até cobrir toda a camada anterior.
- A confecção das camadas é realizada na baia ou galpão até uma altura máxima de 1,6 metros, dependendo da largura. A baia ou galpão deve ser coberto e a distância da última camada e a cobertura deve ser de, no

mínimo, um metro, para facilitar o trabalho do funcionário (Figura 5).

Foto: Karolina V. Z. Augusto



Figura 5. Baia de compostagem de mortalidade

Quanto às construções e materiais adequados a serem usados no processo:

- Local fechado, coberto e arejado para confecção das pilhas.
- Esterco seco ou composto orgânico.
- Água para umedecer a camada de dejetos acima das aves.
- Materiais vegetais com alto teor de carbono e de baixo custo: pasto picado, palhas, cascas, bagaço de cana e serragem de madeira.
- Mão de obra treinada.

O excesso de água poderá liberar chorume, forte odor, atração de moscas e animais. O excesso de água também favorece a anaerobiose, ou seja, a alta umidade resulta na ausência e dificuldade de circulação de

ar, comprometendo o processo.

A falta de água também traz problemas para a compostagem de animais mortos. Sem água os micro-organismos não têm as condições necessárias para condução do processo e como consequência, ao final da compostagem, têm-se carcaças inteiras e mumificadas.

Incineração

A incineração é o método que traz maiores benefícios sob o ponto de vista de biosegurança. Permite a destruição das carcaças com eliminação dos patógenos. A Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um incinerador de pequenos animais que pode ser utilizado para a destinação final das carcaças de aves mortas.

Aterro

A utilização do solo para disposição de animais mortos deve ser realizada com cuidados e critérios técnicos. Não é recomendada a disposição direta no solo em função dos riscos sanitários e ambientais associados a esta prática. Quando a disposição no solo for à prática utilizada, recomenda-se sua disposição em valas sépticas ou aterros industriais e nunca em aterros sanitários que não são concebidos tecnicamente para receber este tipo de material. Antes de utilizar a prática de aterramento é altamente recomendável consultar a legislação ambiental pertinente.

Literatura recomendada

AUGUSTO, K. V. Z.; LUCAS JÚNIOR, JORGE; MIRANDA, A. P. Redução de volume e peso durante a compostagem de dejetos de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1., 2009, Florianópolis. **Anais [das] palestras e trabalhos científicos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009. 1 CD-ROM.

COLLINS, E. R. (Ed.). **Poultry waste management handbook**. Nova York: Natural Resource Agriculture and Engineering, 1999. 72 p. (NRAES, 132).

MAZZUCO, H.; KUNZ, A.; PAIVA, D. P. de; JAENISCH, F. R. F.; PALHARES, J. C. P.; ABREU, P. G. de; ROSA, P. S.; AVILA, V. S. de. **Boas práticas de produção na postura comercial**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 39 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 49).

MOORE JUNIOR, P. A. Best Management practices for poultry manure utilization that enhance agricultural productivity and reduce pollution. p. 89-117 In: Hatfield, J. L.; Stewart B. A. **Animal waste utilization: effective use of manure as a soil resource**. Boca Racon: CRC Press, 2010. 328 p.

OLIVEIRA, P. A. V.; ZANOTTO, D. **Incinerador de animais**: modelo INCA-40. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves/SEBRAE, 2008. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://www.cnpas.embrapa.br/incinerador/relatorio.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2010.

KUNZ, A. Transformações da produção animal no Brasil e suas consequências ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1., 2009, Florianópolis. **Anais [das] palestras**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009. v.1. p. 28-34.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006.

KUNZ, A.; ENCARNAÇÃO, R. Tratamento de dejetos animais. In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. p. 170-191.

TURNER, A; WILLIAMS, A.; WHITE, R.; TILLET, R. Inferring pathogen inactivation from the surface temperatures of compost heaps. **Biore-source Technology**, v. 96, n. 5, p. 521-529, 2005.

Capítulo 5

MÉTODOS E SEGURANÇA SANITÁRIA NA REUTILIZAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIOS

Virgínia Santiago Silva

Introdução

A utilização de cama em aviários é uma prática provavelmente tão antiga quanto a própria avicultura industrial. A cama caracteriza-se por uma camada de substrato distribuído sobre o piso do aviário, tendo como finalidade evitar o contato das aves com o piso, facilitar a absorção e evaporação das excretas e redução da oscilação de temperatura nas instalações de criação, refletindo na eficiência produtiva.

A cama de aviário, após uma ou mais criadas de frangos de corte, constitui-se pelo substrato, que geralmente é a maravalha, acrescida das excreta das aves, restos de ração, penas, pele e insetos, representando um dos principais resíduos da avicultura intensiva. O destino deste resíduo após o seu uso, bem como alternativas para reutilização e/ou reciclagem, são preocupações reais e crescentes na avicultura mundial, pois suas implicações econômicas, ambientais e em saúde pública e animal requerem cautela na avaliação do tema, buscando o equilíbrio sustentável para a produção avícola. Embora todos os aspectos implicados na reutilização da cama sejam fundamentais para orientar a tomada de decisão quanto aos procedimentos a serem adotados na criação intensiva de frangos, o foco em boas práticas de produção ligado às questões sanitárias é preponderante na avicultura mundial.

Materiais usados como cama aviária

Vários tipos de materiais podem ser usados como cama, desde que sejam suficientemente absorventes, pois o papel da cama é promover o conforto térmico para as aves e absorção e evaporação das excretas. Neste sentido, o material ideal é aquele com melhor poder absorvente, propiciando um ambiente seco e confortável para as aves. A maravalha é o material mais frequentemente usado na avicultura comercial, porém resíduos da agricultura como palhadas de soja, casca de arroz, gramíneas e outros resíduos podem ser usados quando a maravalha não é disponível. Entretanto, a eleição do material alternativo para uso como

cama, deve-se levar em consideração o poder de absorção de umidade e que este difere entre os tipos de resíduos de agricultura. A longevidade do material é afetada pela capacidade de absorção de umidade, o que deve ser considerado quando o manejo de reutilização de cama é praticado, pois a umidade poderá resultar em formação de crostas e impactação da cama.

Composição da microbiota da cama

A origem dos micro-organismos encontrados na cama de aviário é, predominantemente, a excreta das aves. A microbiota da digesta das aves constitui-se em cerca de 10^8 a 10^{10} bactérias Gram-positivas e 10^6 a 10^7 bactérias Gram-negativas por grama e a cama de aviário apresenta, em média, uma concentração de bactérias 10 vezes menor do que a digesta dos frangos, porém esta concentração de bactérias pode aumentar na magnitude 10 a cada lote de aves criado na mesma cama (NANDI et al., 2004; REHBERG, 2002). Desta forma, para efeitos práticos, a cama e a excreta das aves apresentam a mesma carga bacteriana e esta é bastante elevada, o que justifica a preocupação com o destino deste resíduo da produção, tanto do ponto de vista ambiental pelo seu potencial poluente, quanto pelo potencial risco à saúde humana e animal. A presença de patógenos na cama, como o grupo das Enterobactérias e outras bactérias com potencial zoonótico, contribui para a maior contaminação do trato digestivo das aves e, mesmo quando não causam problemas sanitários às aves, estas podem contaminar as carcaças pela abertura accidental do ingluvío e dos intestinos por ocasião do abate, o que caracteriza sua implicação em segurança dos alimentos, caso o produto final seja contaminado.

Na diversa microbiota da cama pode-se encontrar vários grupos bacterianos, entre os quais destacam-se: (1) as bactérias que não representam risco direto à saúde humana e animal, mas que influenciam as condições ambientais da cama, consistindo no grupo mais expressivo numericamente; (2) os patógenos primários e secundários de aves e/

ou os comensais para as aves, porém são potenciais patógenos para humanos.

Os organismos não patogênicos, grupo 1, participam de complexos processos de reciclagem dos nutrientes excretados na cama pelas aves, tais como os que atuam na decomposição do ácido úrico resultando em amônia, e os proteolíticos que produzem enzimas (proteases), que decompõe proteínas da excreta. A proteína da matéria fecal, quando não decomposta, favorece a formação de aglomerados, agregados de partículas de cama e fezes, tornando-a menos confortável e adequada para as aves. Portanto, a presença dessas bactérias é desejável, pois melhora a qualidade do ambiente de cama (REHBEGER, 2002).

O acúmulo de bactérias na cama não representa necessariamente um problema, dependendo da bactéria envolvida. Como exemplo, os *Lactobacilos* e *Bifidobacterium* oriundos da excreta, não representam risco para a saúde humana, animal, nem ao ambiente (AMIT-ROMACH et al., 2004; REHBEGER, 2002). Entretanto, o ambiente de cama também pode oferecer condições ótimas para a multiplicação de bactérias Gram positivas e Gram negativas indesejáveis, tais como *Salmonelas*, *Campylobacter* e *Escherichia coli*, implicados em problemas de segurança alimentar, bem como *Clostridium perfringens* e *Staphylococcus aureus*, patógenos aviários oportunistas e/ou contaminantes de alimentos. Entre os patógenos aviários presentes na cama e as patologias a eles associadas, destacam-se:

- Amostras específicas de *E. coli*, capazes de desencadear inflamação cutânea em lesões já existentes ou que permitam sua adesão à pele, causando dermatite necrótica (celulite).
- *Clostridium perfringens*, patógeno oportunista causador de enterite necrótica e associado à ingestão de cama e de larvas e insetos presentes na cama, que possam albergar o agente.
- *Staphylococcus aureus*, o qual pode estar associado à infecções articulares ou sistêmicas pela inoculação acidental em ferimentos na planta dos pés, além de atuar como agente secundário agravando infecções por outros patógenos como *Mycoplasma synoviae* e Adenovírus (FIORENTIN, 2006).

A cama pode albergar ainda diversos outros patógenos aviários, incluindo agentes virais, parasitos e bactérias quando da ocorrência de doenças e, neste caso, deve ser totalmente substituída para que o mesmo problema não se perpetue em lotes subsequentes. Cada patógeno aviário apresenta características particulares quanto a resistência às variadas condições ambientais. A sobrevivência de cada agente infeccioso na cama, depende de sua natureza bem como das condições que a cama oferece para sua sobrevivência e manutenção das características infectantes. Assim, os tratamentos de cama apresentarão diferentes resultados sobre cada agente infeccioso e, como não são conhecidas as condições limitantes e/ou restritivas para todos os patógenos aviários que podem permanecer na cama, em situações em que ocorrem surtos de doenças em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada. Entretanto, a cama de lotes de aves saudáveis poderá ser reutilizada para mais lotes de frangos sempre que precedida por algum tratamento eficiente na inativação da carga bacteriana ou redução desses patógenos a níveis compatíveis com a produção. Deve-se ter em mente que o ambiente de produção de aves é naturalmente contaminado e que as boas práticas de produção visam a redução dos riscos microbiológicos a níveis compatíveis com a produção, atuando preventivamente sobre riscos potenciais.

Implicações em segurança alimentar

Os patógenos zoonóticos presentes na cama são os que representam a maior preocupação da avicultura mundial, pois são as bactérias que podem afetar as aves e o consumidor caso o produto final seja contaminado. Entre as bactérias zoonóticas presentes na cama, as *Salmonellas sp* e *Campylobacters sp* figuram como os principais agentes implicados em infecções de origem alimentar associados à avicultura.

A contaminação da cama por *Salmonelas* pode ser originada pelos próprios pintos alojados, vetores que albergam a bactéria no aviário, bem como restos de cama que permanecem ao redor do aviário entre lotes,

sem que passem por qualquer processo de descontaminação (FIORENTIN, 2006).

As infecções humanas por *Campylobacter jejuni* estão muitas vezes associadas ao consumo de frangos e derivados, tornando este agente um dos principais alvos do controle microbiológico na avicultura e em órgãos responsáveis pela saúde pública. A infecção humana por este agente causa uma gastroenterite. Alguns artrópodes, como cascudinhos (*Alphitobius diaperinus*) e moscas (*Diptera*), atuam como reservatórios desse agente, sendo estes uma fonte de infecção para as aves devido ao seu hábito natural de ingerirem insetos, bem como fonte de contaminação para cama entre lotes, seja nova ou reutilizada (BATES et al., 2004).

Fatores que influenciam a viabilidade e multiplicação bacteriana na cama

Vários fatores físicos, químicos e biológicos podem influenciar a carga bacteriana das camas, atuando simultaneamente. Os fatores biológicos representados pela grande diversidade de formas de vida presentes na cama, certamente têm seu papel na dinâmica do controle microbiológico. Pela própria composição da cama, após uma ou mais criadas de frangos pode-se sugerir a influência, por exemplo, da alimentação das aves, o que pode ser muito variável entre integrações. Ainda assim, alguns fatores físicos e químicos desempenham importante papel na inativação de patógenos, tais como pH, temperatura, concentração de amônia e atividade da água, e por esta razão sua relação com a microbiota da cama é frequentemente investigada.

A temperatura é um agente físico eficiente na inativação de bactérias indesejáveis, porém, para obtenção de um efeito inibitório satisfatório na cama deve-se considerar o binômio temperatura x tempo de exposição, além da uniformidade de temperatura em todo o material. O

método fermentativo em leiras é eficiente na elevação de temperatura, porém foi demonstrado que em leiras com temperatura interna de 50°C, a temperatura da superfície manteve-se em 23°C (JEFFERY et al., 1998), não apresentando o efeito inibitório sobre patógenos. Bush et al. (2007) verificaram alta variação de temperatura de camas de maravalha enleiradas, onde a temperatura mais elevada foi 63°C no centro da leira após 19-21 dias do processo fermentativo. Enquanto no mesmo período, as temperaturas da base e superfície variaram apenas entre 28°C e 33°C.

O pH é um indicador que pode ser manipulado pela adição de produtos na cama, tornando-o mais ácido a níveis inibitórios para a multiplicação bacteriana. O pH da cama pode variar de levemente ácido (6,0) a alcalino (9,0), condição que permite a multiplicação da maioria dos patógenos de interesse na avicultura, inclusive os zoonóticos (FIORENTIN, 2005). Os métodos de acidificação da cama parecem surtir bom efeito inibitório sobre bactérias indesejáveis. A redução do pH, além de reduzir a carga bacteriana da cama, reduz a volatilização da amônia, melhorando as condições ambientais do aviário, pois a volatilização da amônia ocorre em pH 7,0 ou superior (IVANOV, 2001). Foi demonstrado que a adição de 5% de ácido cítrico reduziu o pH a 5,0, apresentando efeito redutor na carga bacteriana na cama (IVANOV, 2001). Pope e Cherry (2000) utilizaram bisulfato de sódio na cama e observaram grande redução de bactérias totais na primeira semana após a aplicação, enquanto a redução na concentração de *Escherichia coli* foi detectada até duas semanas da aplicação do produto. Com a adição de bisulfato de sódio e de sulfato de alumínio em cama de maravalha, Line e Bailey (2006) demonstraram uma sensível redução no pH nas duas primeiras semanas após a aplicação, especialmente nas aplicações de bisulfato de sódio. Porém, após este período os níveis tornaram a subir, tornando-se compatíveis com as formas de vida bacteriana presentes na cama. A acidificação da cama no período entre lotes poderia, então, ser uma alternativa para a redução da carga bacteriana das camas, visto que os efeitos deste tratamento são mais expressivos na primeira semana após a aplicação, porém a relação custo-benefício deve ser considerada, pois

haveria aumento da mão de obra e o custo dos produtos, onerando sobre a produção.

A atividade da água (A_w) é uma representação dinâmica da capacidade da amostra em umedecer o ar a sua volta, e não um índice que indica simplesmente a quantidade de água da amostra, pois define a quantidade de água disponível para as bactérias de forma mais adequada do que o simples inverso da matéria seca (FIORENTIN, 2005). A redução da atividade da água reduz a multiplicação bacteriana, embora algumas bactérias apresentem capacidade de adaptação a condições de baixa A_w . Rezende et al. (2001) demonstraram que a A_w acima de 0,85 favorece a multiplicação bacteriana e que são necessários índices inferiores a este para evitar a multiplicação de *Salmonelas* na cama. Payne et al. (2007) demonstraram que a melhor relação entre pH e atividade da água para redução da população de *Salmonelas* na cama foi de atividade da água (A_w) $\leq 0,84$ e pH $\leq 4,0$.

A associação entre concentração de amônia na cama aviária e seu potencial efeito inibitório sobre patógenos é apresentada de forma controversa na literatura. Enquanto alguns autores observaram maior sobrevivência de *Salmonelas* em locais onde a cama de aviário estava mais úmida e com maior concentração de amônia, outros reportaram que a concentração de amônia reduziu a população desta bactéria na cama (OPARA et al., 1992; TURNBULL; SNOEYENBOS, 1973, citados por BUSH et al. 2007). BUSH et al. (2007), pesquisando o efeito de fermentação em leiras sobre a viabilidade de *Salmonelas* na cama aviária, observaram que durante o processo fermentativo 98,7% da população da bactéria inoculada foi eliminada, sendo detectada somente em dois pontos da leira após 21 dias de processo. Entretanto, nos dois pontos da leira onde o patógeno foi recuperado, a população decresceu drasticamente, com pelo menos cinco Log de redução com relação a concentração do inicial do patógeno no local. Também foi demonstrado que a temperatura das leiras não foi o único fator limitante para a eliminação de *Salmonelas*, pois o patógeno também foi eliminado em locais da cama onde a temperatura não sofreu aquecimento, mantendo-se numa

amplitude favorável à multiplicação bacteriana. Houve, porém, a constatação de que a concentração de amônia foi mais baixa nos pontos da leira onde a eliminação da população de *Salmonelas* não foi total. Os autores concluíram que a cama aviária não é um ambiente favorável à sobrevivência e multiplicação de *Salmonelas*, porém não atribuíram o efeito “salmonelicida” à elevação de temperatura da cama decorrente da fermentação ou a outro fator isoladamente, admitindo que fatores como pH, concentração de amônia, umidade e competição entre micro-organismos saprófitas da cama, atuando simultaneamente, possam estar associados ao efeito redutor dessas bactérias. Estes resultados corroboram com os obtidos por Kwak et al. (2005), que observaram a eliminação total de *Salmonella Enteritidis*, *Shigella sonnei* e *Escherichia coli* na cama após oito dias de fermentação em leiras.

Métodos para redução da carga bacteriana em cama aviária

A reutilização de cama para mais de um lote de frangos é comum na produção de frangos em diversos países, inclusive no Brasil. Para que a cama possa ser reutilizada de forma segura, esta deve ser submetida a algum tipo de manejo ou tratamento que promova a inativação ou redução de micro-organismos indesejáveis para evitar a transmissão de patógenos de um lote para outro. Na prática a cama é reutilizada, em média, para quatro a oito lotes de frangos, sendo o uso por seis lotes, com uma troca de cama ao ano, o procedimento mais recomendável.

A primeira questão a ser observada antes de eleger um método de tratamento de cama diz respeito a situação sanitária das aves:

“Quando ocorrerem episódios sanitários em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada”.

Nestes casos, recomenda-se a substituição total da cama após vazio e desinfecção completa das instalações para o alojamento do lote seguinte. Entretanto, a cama descartada também deve ser tratada, preferen-

cialmente submetida a um processo fermentativo ou compostagem, antes de ser removida do aviário, especialmente quando o destino final for o uso como fertilizantes, evitando a disseminação de patógenos no ambiente.

Independente do manejo/tratamento de cama que se for utilizar, algumas práticas são rotineiramente adotadas após a retirada das aves, antes de iniciar o tratamento propriamente dito. Em geral, após a saída do lote de frangos e retirada dos equipamentos do aviário, procede-se a remoção das porções mais úmidas da cama, bem como crostas de cama e fezes que se formam durante o alojamento e ficam aderidas nas áreas próximas aos comedouros e bebedouros.

Após a retirada das crostas pode se fazer uso de lança-chamas, inicialmente revolvendo a cama para trazer à superfície as penas, larvas e insetos que ficam em camadas mais profundas. Este procedimento é o início do processo de higienização da cama e é muitas vezes repetido no final do intervalo entre lotes, após o tratamento e antes do alojamento do lote seguinte. O lança-chamas é um equipamento que, ligado a um botijão de gás, funciona como um maçarico, sendo um equipamento de risco quando manejado de forma inadequada e/ou por operadores inexperientes. Embora seja uma prática bastante usada na avicultura, o uso de lança-chamas deve ser avaliado com cautela, não sendo recomendado quando os operadores não estiverem preparados para esta atividade. Alguns cuidados básicos fundamentais devem ser observados para o uso deste equipamento em cama de aviário (ABREU, P. G.; PAIVA, D. P., 2008):

- Nunca usar lança-chamas na presença de materiais combustíveis (madeira, plástico, fiação elétrica, cortinas), pois estas condições são de altíssimo risco de acidentes.
- Operadores devem estar familiarizados com o equipamento e bem preparados para o uso em cama de aviário.
- Operadores devem usar equipamentos de proteção individual (macacão, luvas e botas de couro).
- O registro do botijão deve ser fechado ao final de cada operação.

- Ajustar a pressão de trabalho no próprio equipamento. Quando a pressão está baixa produz chama de cor avermelhada e quando está muito alta produz chama azul intensa e longa.
- O lança-chamas deve ser mantido a uma distância de aproximadamente 20-30 cm da superfície a ser aplicada.
- Na reutilização de cama de aviário, logo após a depopulação e retirada dos equipamentos (bebedouros, comedouros) deve-se passar o lança-chamas lentamente, queimando todas as penas visíveis, passando também nas paredes até dois metros de altura e nas muretas.
- Na cama, o lança-chamas deve ser aplicado lentamente, porém, movendo as chamas sobre a superfície evitando que a chama fique muito tempo em um mesmo ponto, o que pode levar à combustão (queima) do material de cama.
- Na cama de aviário, uma boa aplicação é verificada a olho nu pela eliminação total das penas na superfície da cama.
- A operação pode ser repetida após o tratamento da cama, na véspera do alojamento das aves, passando lança-chamas sobre piso, paredes e cama.

Outra prática bastante frequente é a de utilizar cama nova nos pinteiros, área em que os pintos permanecem na primeira semana de vida (MARCOLIN, 2006).

Os métodos para reutilização de cama de aviário mais comumente usados na avicultura brasileira são a adição de cal na cama e a fermentação da cama em leira, no centro do aviário. Uma variação do método fermentativo, a cobertura da cama com lona plástica em toda a extensão do aviário, vem sendo também empregada com sucesso.

Método do enleiramento no centro do aviário

No método de fermentação em leira a cama é empilhada no centro do aviário e coberta com lona plástica em toda a sua extensão (Figura 1). Recomenda-se leiras de aproximadamente um metro de altura. A preparação do aviário deve seguir os seguintes passos:

- Após a depopulação procede-se a queima de penas com lança-chamas.
- Remoção das crostas de cama em todo aviário. Na parte inicial, cerca de 25% da área do galpão (utilizada como pinteiro) é removido o material e depositado junto ao restante da cama, no centro do galpão, para fermentação.
- No restante da área (cerca de 75%) é feito a remoção da cama das laterais fazendo uma pilha ou leira de cama no centro, ao longo do aviário.
- Cobertura da pilha (leira) com lona plástica em toda a sua extensão mantendo-a coberta por 10 a 12 dias (período de fermentação).
- Remoção da lona após 10 a 12 dias e distribuição da cama tratada no aviário, exceto na área inicial do aviário (pinteiros).
- Ventilação do aviário por dois a três dias antes do alojamento. O período de ventilação pode ser ampliado quando a emissão de amônia estiver muito forte, pois o excesso de amônia é nocivo para as aves. Em camas mais velhas, reutilizadas por mais lotes, o teor de amônia é bastante elevado, sendo recomendável ampliar o tempo de ventilação sempre que possível.
- Colocação de cama nova em toda área reservada para pinteiro, cerca de 25% do aviário, na véspera do alojamento.

Obs. Em determinadas condições, em regiões onde o clima é mais seco, pode-se umedecer a cama antes de cobrir a leira com lona, para favorecer o processo fermentativo.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memorian)



Figura 1. Fermentação em leira no centro do aviário

Método da cobertura com lona em todo o aviário

No método de cobertura com lona plástica em todo o aviário, após a depopulação, a cama é umedecida antes da colocação da lona (Figura 2). Neste método é importante que a lona seja bem colocada, de forma a evitar a entrada de ar. Para tal, recomenda-se que as laterais e extremidades da lona sejam colocadas por baixo da camada de cama, rente ao piso do aviário. A preparação desse método deve seguir os seguintes passos:

- Umedecimento da cama utilizando cerca de 20 litros de água por metro linear.
- Revestimento dos pilares centrais (quando houver) do aviário com lona (aproximadamente 1m²).
- Remoção da cama das paredes laterais do aviário abrindo um sulco entre as paredes e a cama, para colocação da lona.

- Recolhimento de restos de cama nas adjacências do aviário e colocação na área central do galpão, misturando com a cama a ser fermentada.
- Cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário, colocando as laterais e extremidades da lona rente ao piso, por baixo da camada de cama, para evitar a entrada de ar.
- Remoção da lona após dez dias de fermentação, retirando as crostas e revolvendo a cama em todo o aviário.
- Queima de penas com lança-chamas.
- Ventilação do aviário por dois dias antes do alojamento. Este período pode e deve ser ampliado sempre que possível, especialmente a partir do terceiro ou quarto lotes de aves criados na mesma cama, devido a elevação nos níveis de amônia.

Este método é uma variação do processo fermentativo em leiras e, devido aos resultados muito positivos na redução de patógenos, tem sido empregado por muitas empresas brasileiras. A fermentação plana apresenta ainda vantagens práticas sobre a fermentação em leiras, pois demanda menos mão de obra e a experiência prática dos usuários tem mostrado efeito superior aos demais tratamentos de cama na redução de *Alphitobius diaperinus*. Embora seja um processo fermentativo, neste sistema a temperatura da cama não sofre elevação significativa para ser considerada restritiva aos patógenos bacterianos nela presentes. Porém, outros fatores como a produção e distribuição mais homogênea da amônia nas camas pode estar associada a este efeito sobre os micro-organismos.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memoriam)



Figura 2. Cobertura com lona no aviário (fermentação plana)

Método da aplicação de Cal

Este método bastante difundido e sua ação na redução da carga bacteriana das camas está associada com a redução da atividade da água, pois a umidade torna o ambiente de cama favorável à multiplicação bacteriana (FIORENTIN, 2005). Do ponto de vista prático, este método requer equipamento apropriado para incorporação uniforme do produto e não apresenta resultados expressivos na redução bacteriana quando comparado aos fermentativos. Porém, a aplicação da cal pode ser associada com outros métodos quando a umidade da cama for excessiva (Figura 3). A preparação do aviário e aplicação da cal, conforme tem sido comumente aplicado em agroindústrias avícolas, segue os seguintes passos, podendo haver variações na quantidade da cal:

- Remoção de toda a cama úmida, compactada (em crostas) ou em má condição logo após a depopulação.
- Aplicação de lança-chamas, uniformemente, em toda a superfície da cama, para queimar as penas.
- Distribuição de Ca(OH)_2 (cal) em todo o galpão (mínimo de $3,6\text{Kg/m}^3$), até 72 horas antes do alojamento das aves, utilizando equipamento apropriado para incorporar uniformemente o produto na cama.
- Adição de cama nova, seca, em quantidade equivalente a cama que foi removida, na área dos pinteiros.
- Após a incorporação de Ca(OH)_2 , aplicar o lança-chamas, uniformemente, em toda a cama, para queima das penas.
- Alojamento das aves de dois a três dias após a aplicação do cal.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memoriam)



Figura 3. Aplicação da cal na cama

Efeito comparativo dos métodos de tratamento de cama sobre carga de bactérias entéricas totais e sobre *Salmonelas*

Diversos métodos podem ser usados para redução da carga bacteriana das camas visando sua reutilização na produção de aves e, para a eleição do tratamento mais adequado, faz-se necessária uma avaliação comparativa entre estes. Em um estudo realizado na Embrapa Suínos e Aves, foram comparados os efeitos dos tratamentos fermentativos em leira, fermentação plana com lona no aviário, aplicação de cal e camas sem intervenção, sobre a carga de bactérias entéricas Gram negativas e *Salmonella Enteritidis* Fagotipo 4 (SEPT4). As camas de 24 aviários foram analisadas, seis de cada tratamento, por seis lotes consecutivos de frangos de corte. Em todos os aviários o intervalo entre lotes foi de doze dias ou superior, no caso da aplicação de cal. As camas novas, antes do primeiro alojamento, também foram submetidas a análises bacteriológicas. Os resultados mostraram efeito redutor das bactérias avaliadas em todos os tratamentos, inclusive nos controle sem intervenção. Porém, os resultados dos métodos fermentativos foram superiores na redução dessas bactérias e a fermentação plana, com lona em toda a extensão do aviário, foi o método que apresentou melhores resultados na avaliação comparativa. A fermentação plana também tem se mostrado superior aos demais métodos na redução de *Alphitobius diaperinus* presentes na cama, os quais podem albergar bactérias indesejáveis, atuando como fonte de infecção para as aves que os ingerem.

Neste trabalho, foi demonstrado que camas novas de maravalha podem chagar ao aviário com carga contaminante bastante elevada, muitas vezes superior a carga bacteriana das camas tratadas e reutilizadas. Esta informação deve ser considerada na eleição do fornecedor das camas, pois revela que estas provavelmente estão vindo contaminadas da origem. A Figura 4 resume os resultados desse trabalho, mostrando a carga bacteriana das camas novas e ao final de cada período entre lotes, em seis lotes consecutivos.

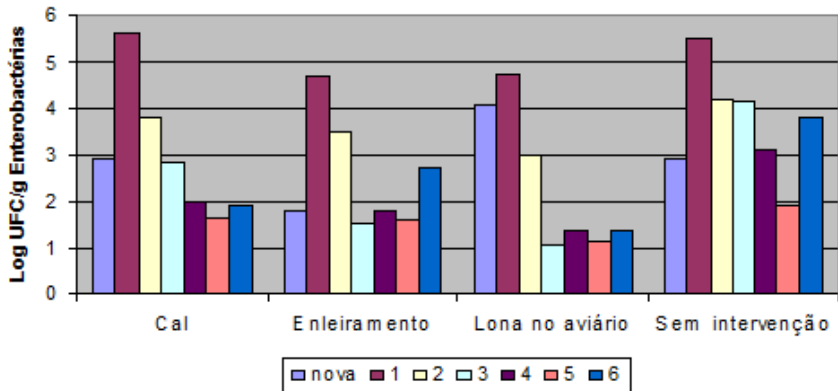


Figura 4. Médias em Log (UFC/g) de Enterobactérias das camas novas e ao final dos intervalos dos seis lotes nos quatro tratamentos avaliados

Diante dos resultados deste trabalho foi possível incluir o método de fermentação plana com lona no aviário como recomendação em boas práticas de produção de frangos, pois trata-se de um método novo e sua validação foi claramente demonstrada neste estudo. Contudo, o método de fermentação em leiras também apresenta resultados satisfatórios, diferindo do tratamento de aplicação de cal na cama, o qual apresentou resultado semelhante aos controles sem intervenção (SILVA et al., 2008).

O efeito desses métodos no controle de salmonelas (SEPT4) em cama também foi avaliado. Os resultados foram igualmente positivos, tanto na avaliação quantitativa quanto qualitativa do agente, mostrando a eliminação total em todos os tratamentos, exceto nas camas controle (SILVA et al. 2009).

Tabela 1. Médias e erros padrão das contagens de salmonela transformadas na escala logarítmica em função dos tratamentos e do dia de tratamento

Dia	Tratamentos			
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção
0	3,67 ± 0,25	3,80 ± 0,19	3,25 ± 0,12	3,72 ± 0,22
3	1,30 ± 0,59	0,00 ± 0,00	0,41 ± 0,41	2,03 ± 0,48
6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,17 ± 0,17
9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
12	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Tabela 2. Porcentagens de salmonela resultante dos exames qualitativos por repetições/tratamento

Dia	Tratamentos				P*
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção	
0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
3	100,0	50,00	66,67	100,0	0,1107
6	83,33	0,00	0,00	100,0	<0,0001
9	66,67	16,67	16,67	83,33	0,0549
12	0,00	0,00	0,00	50,00	0,0395

*Níveis descritivos de probabilidade do teste exato de Fisher.

Esses resultados mostram que o intervalo de doze dias entre lotes é necessário, e que o efeito dos tratamentos na redução de patógenos não será o mesmo quando este período for reduzido. Na prática, sabe-se que a dificuldade de aquisição de material de cama em determinadas épocas e regiões, bem como preço elevado do material e demandas de mercado, podem levar a uma redução no intervalo entre lotes, porém os resultados mostram claramente o impacto dessa alteração sobre o efeito dos tratamentos. Assim sendo, recomenda-se manter o intervalo de, no mínimo, doze dias. Além dos patógenos já estudados, muitos são os organismos indesejáveis que devem ser controlados na produção e seus resíduos e agir preventivamente e a opção mais adequada.

Impacto ambiental na prática de reuso de cama

O impacto econômico decorrente da troca da cama de cada lote de frangos, comparada a prática de reutilização é bastante evidente. Entretanto, além das questões sanitárias e econômicas da reutilização da cama de aviário, a questão ambiental também é preponderante do ponto de vista de sustentabilidade da produção. A cama de aviário é um resíduo da produção avícola e, como tal, deve receber tratamento e destino adequado reduzindo ou evitando impacto negativo ao meio ambiente.

A cama não tratada disposta no ambiente, propiciará a criação de insetos como moscas, os quais poderão atuar como vetores e reservatório de patógenos, disseminando-os no ambiente (PAIVA, 2005). O destino inadequado da cama pode poluir demasiadamente o ambiente natural, pois os frangos são criados em áreas de alta densidade populacional gerando grande volume deste resíduo em áreas específicas e o transporte a grandes distâncias é, muitas vezes, inviável. A aplicação contínua da cama em áreas já saturadas dos nutrientes nela contidos poderá resultar em poluição local, incluindo os mananciais aquáticos da região. Estes aspectos são substancialmente reduzidos quando compara-se a troca de cama a cada lote de aves com a prática de reutilização por até seis lotes de frangos na mesma cama.

Outro aspecto ambiental a ser considerado é o custo de produção da maravalha nova, caso seja trocada a cama a cada lote. Marcolin (2006) estimou este impacto, considerando a necessidade de maravalha para a avicultura brasileira no ano de 2005 utilizando-se a cama por um lote e para seis lotes de aves, conforme demonstrado na Figura 2.

Itens	Troca de cama	Troca de cama
Nº de Lotes	01 Lote	6 Lotes
m³ Lenha/Maravalha/Ano	90.274.804	15.045.800
m³ Maravalha/Ano	234.714.490	39.119.081
Necessidade de terra(Ha) disponível c/ eucalipto (sete anos)	300.916	50.152
Nº de árvores a serem cortadas/ano	114.250.000	19.041.666
% área agrícola do Brasil c/ eucalipto	0,68	0,11
% ocupação da área de milho c/ eucalipto	3,35	0,55

Fonte: Marcolin, 2006.

Esta importante abordagem do aspecto ambiental da produção de maravalha, em geral menos comentada do que o potencial impacto poluente da cama como resíduo da produção, dependendo do tratamento e destino deste, merece destacada consideração, especialmente em regiões de alta concentração de produção de frangos. O impacto da produção de maravalha deve, então, ser contextualizado para cada região demandante, considerando seu reflexo nas demais condições agrônômicas e sócio-econômicas da área em questão.

Considerações finais

A cama de aviário, enquanto resíduo da produção avícola, pode apresentar diversas conotações, dependendo do tratamento e destino desse resíduo. Os aspectos sanitários são preponderantes tanto no que diz respeito ao uso como cama na produção animal quanto a sua utilização como fertilizante agrônômico, para os quais torna-se imprescindível a adoção de métodos eficientes de tratamento para controle de patógenos. A reutilização de cama aviária para mais de um lote de frangos é uma prática viável e segura desde que sejam oriundas de lotes de aves saudáveis e sejam submetidas a tratamentos adequados para controle de patógenos e contaminantes. A avaliação da reutilização de cama de aviário, sem considerar seus aspectos sanitários, econômicos e ambientais, seria ferir os princípios básicos da sustentabilidade da produção.

Referências

ABREU, P.G. de; PAIVA, D.P. de. **Uso de lança chamas na avicultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Folder, 2p. 2008.

AMIT-ROMACH, E.; SKLAN, D.; UNIL, Z. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. **Poultry Sciences**, v. 83, p. 1093-1098. 2004.

AVILA, V. S. de; JAENISH, F. R. F.; PIENIZ, L. C.; LEDUR, M. C.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, P. A. V. de. **Produção e manejo de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 1992. p.11. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Documentos, 28).

BATES, C.; HIETT, K. L.; STERN, N. J. Relationship of Campylobacter isolated from poultry and from darkling beetles in New Zeland. **Avian Diseases**, v. 48, p. 138-147. 2004.

BARKER, K. J.; PURSWELL J. L.; DAVIS, J. D.; PARKER, H. M.; KIDD, M. T.; MCDANIEL, C. D.; KIESS, A. S. Distribution of Bacteria at Different Poultry Litter Depth International. **Journal of Poultry Science**. v. 9, n. 1, p. 10-13, 2010.

BUSH, D. J.; POORE, M. H.; ROGERS, G. M.; ALTIES, C. Effecting of stacking method on Salmonella elimination from recycled poultry bedding. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 571-578, 2007.

CARR, L. E.; MALLINSON, E. T.; TATE, C. R.; MILLER, R. G.; RUSSEK-COHEN, E.; STEWART, L. E.; OPARA, O. O.; JOSEPH, S. W. Prevalence of Salmonella in broiler flocks: effect if litter water activity, house construction and watering devices. **Avian Diseases**, v. 39, p. 39-44, 1995.

CESTARI, M. Aspectos sanitários e econômicos da reutilização de cama aviária. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7, 2006. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 136-148.

FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2005. p.23. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Documentos, 94).

FIORENTIN, L. Processos de tratamento para reutilização de cama de aviário: aspectos bacteriológicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p.17-24.

GIAMBRONE, J. J.; FAGBOHUN, O.; MACKLIN, K. S. Management practices to reduce infectious laryngotracheitis virus in poultry litter. **J. Appl. Poult. Res.** v. 17, p. 64-68, 2008.

HAAPAPURO, E. R.; BARNARD, N. D.; SIMON, M. Review-animal waste used as livestock feed: dangers to human health. **Preventive Medicine**, v. 26, p. 599-602. 1997.

IVANOV, I. E. Treatment of broiler litter with organic acids. **Research in Veterinary Science**, v. 70, p. 169-173. 2001.

JEFFREY, J. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. USPEA Final Report. University of California-Davis. Davis, CA, USA, 8 p. 2001.

JEFFREY, J. S.; KIRK, J. H.; ATWILL, E. R. Y.; CULLOR, J. S. Research notes: prevalence of selected microbial pathogens in processed poultry waste used as dairy cattle feed. **Poultry Sciences**, v. 77, p. 808-811. 1998.

LINE, J. E.; BAILEY, J. S. Effect of on-farm acidification treatments on *Campylobacter* and *Salmonella* populations in Commercial Broiler Houses in Northeast Georgia. **Poultry Sciences**, v. 85, p. 1529-1534. 2006.

MACKLIN K. S.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. In-house windrow composting and its effects on foodborne pathogens. **J. Appl. Poult. Res.** v. 17, p. 121-127, 2008.

MARCOLIN, S. Processos de tratamento para reutilização de cama de aviário: Aspectos econômicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 25-31.

NANDI, S.; MAURER, J. J.; HOFACRE, C.; SUMMERS, A. O. Gram-positive bacteria are a major reservoir of class 1 antibiotic resistance intergrons in poultry litter. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 101, p. 7118-7122. 2004.

PAIVA, D. P. Manejo da cama após a retirada do aviário para evitar a criação de moscas. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2005. 2p. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Instrução Técnica para o Avicultor, 23).

PAYNE, J. B.; OSBORNE, J. A; JENKINS, P. K.; SHELDON, B. W. Modeling the growth and dead kinetics of *Salmonella* in poultry litter as a function of pH and water activity. **Poultry Sciences**, v. 86, p. 191-201. 2007.

PATRICK, M. E.; CHRISTIANSEN, L. E.; WAINO, M.; ETHELBERG, S.; MADSEN, H.; WEGENER, H. C. Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark. **Applied Environmental Microbiology**, v. 70, p. 7474-7480, 2004.

REHBEGER, T. **Controlling litter microorganisms**. E-Digest, v. 2, p. 1-7. 2002.

REZENDE, C. L. E. de.; MALLINSON, E. T.; GUPTE, A.; JOSEPH, S. W. *Salmonella* spp. are affected by different levels of water activity in closed microcosms. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 26, p. 222-225. 2001.

SILVA, V. S.; VOSS, D.; COLDEBELLA, A.; BOSETTI, N.; ÁVILA, V. S. Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizadas para frangos de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 10p. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Comunicado Técnico, 467).

SILVA, V. S.; VOSS, D.; ALVES, L.; PADILHA, A. O. P.; FAVERI, J. C.; COLDEBELLA, A.; KRAMER, B. Efeito de tratamentos de cama aviária na sobrevivência de *Salmonella Enteritidis* fagotipo 4. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009. Trabalhos de Pesquisa. 1 CD-ROM.

Capítulo 6

QUESTÕES LEGAIS E VOLUNTÁRIAS NO MANEJO AMBIENTAL NA AVICULTURA

Helenice Mazzuco

Introdução

As cadeias produtivas animais, incluindo a cadeia de aves e ovos, podem enfrentar desafios na área ambiental em função dos impactos negativos que as atividades podem causar ao meio ambiente.

Meios de implantar procedimentos sustentáveis e a exploração de novas práticas e tecnologias que favoreçam a qualidade do meio ambiente são urgentes, principalmente na melhora da qualidade do ar, da água e na redução da carga poluente das dejeções pelo excesso de minerais utilizados nas dietas.

A atividade avícola, por exemplo, leva a produção de amônia (NH_3), oriunda do metabolismo do nitrogênio (N) presente nas excretas. Excessiva emissão de amônia interfere não somente na sanidade e desempenho do plantel, mas também na saúde do trabalhador, afetando adicionalmente a qualidade do ar das circunvizinhanças das instalações avícolas. No que diz respeito à qualidade da água, a preocupação tem sido em relação ao excesso de N e P, estes oriundos do manejo empregado para o armazenamento de excretas e da cama de frango e na aplicação do esterco avícola como fertilizante no solo.

Conforme Gregory; Ingram (2000), a produção de alimentos deve sofrer aumento significativo, necessário para suprir as demandas mundiais projetadas. Este desafio poderá ser alcançado por meio da intensificação ou pela adoção de sistemas produtivos extensivos. Segundo os autores, os sistemas de produção exercem influência significativa sobre as mudanças globais e sobre outros aspectos ligados à degradação ambiental. Caso se opte por sistemas extensivos de produção ou formas alternativas da intensificação, as consequências ambientais devem ser muito bem conhecidas. Numa abordagem rápida, as primeiras consequências ambientais assumidas frente à produção por meios extensivos seriam: a emissão de gases de efeito estufa (particularmente o CO_2), o impacto sobre o solo (erosão, perda da fertilidade, etc), e a destruição de habitats, levando a redução da biodiversidade e mesmo a extinção

de espécies.

Outra consequência ao setor produtivo é a pressão pública para a produção ética de alimentos, item que diz respeito à preservação ambiental e adoção de práticas “amigáveis” ao bem-estar das aves. Contudo, nos sistemas de produção, estas demandas (ambiente e sistemas “amigáveis” de produção) nem sempre são atendidas. Alguns exemplos na atualidade ilustram essa incompatibilidade.

Um panorama das tentativas de ações para reduzir o impacto negativo da produção avícola sobre o meio ambiente é discutido a seguir. Alguns poucos exemplos da dificuldade de colocar em prática sistemas de produção sustentáveis considerando a complexidade que envolve a integração de três dimensões distintas, econômica, social e ambiental podem ser aqui percebidos.

Conexões com o bem-estar animal

A produção animal sustentável (incluindo as premissas de respeito ao bem-estar animal e ao meio ambiente) possui ainda um componente emocional de ampla aceitabilidade quando o objetivo é atingir nichos de mercado. Por exemplo, a comercialização de produtos restrita a grupos sociais (geralmente classes A e B) ou consumidores sob restrição alimentar, seja por problemas de saúde geralmente por recomendações de profissionais da saúde e/ou sob convicção ideológica, grupo esse crescente a nível global.

Geralmente os consumidores não possuem a definição específica ou acurada dos termos ou premissas correntes da produção de proteínas de origem animal e se distanciam largamente do verdadeiro significado das práticas há muito tempo exercitadas. O manejo aplicado promove a qualidade de vida e propicia um ambiente de criação saudável (higiénico) e seguro aos animais visando a inocuidade dos produtos que fornecem (SIEGFORD et al., 2008). Adicionalmente, a noção do consumidor

dos conceitos da produção animal intensiva possui erroneamente a conotação de ser agressiva ao ambiente (altamente poluidora) e ao animal (comprometimento do bem-estar). Entretanto, existem conflitos óbvios sobre as práticas mais apropriadas relacionadas às criações animais com propósitos produtivos que permitam a expressão do comportamento natural dos animais, que auxiliem na redução da poluição oriunda desses sistemas produtivos e ao mesmo tempo atendam a demanda crescente por alimentos.

Mudanças desencadeadas pela busca de sistemas favoráveis à manifestação do comportamento natural dos animais, opostos aos sistemas confinados, propõe a demanda do uso de maiores extensões de área, principalmente se o objetivo é atingir os mesmos níveis de produção observados nos sistemas convencionais. Adicionalmente, a produção animal exige grande quantidade de grãos para a alimentação/arraçamento e, conseqüentemente, grandes áreas de terra cultiváveis. É estimado que 60% das terras agricultáveis a nível mundial são utilizadas na produção de grãos para alimentação animal (ELFERINK; NONHEBEL, 2006).

Sistemas baseados na criação extensiva (pastagens, *free-range*, semi-extensivo) tem maior potencial para aumentar a degradação ambiental e a exposição a patógenos de diversas origens (SIEGFORD et al., 2008). Adicionalmente, os fatores relacionados à instalação incluem considerações sobre seu design, densidade de lotação, cobertura vegetal condizente ao pastoreio (resistente a este por exemplo, considerando que as aves, quando soltas, expressam o comportamento exploratório), o tipo de solo, as condições climáticas, a orientação e localização de sombreamento, bebedouros, comedouros, etc. Independentemente do tipo de sistema de produção e tamanho (escala de produção), serão percebidos os impactos sobre o meio ambiente, seja pela contaminação do solo (pelo excesso de nutrientes ou a perda destes, removidos por intempéries ou pastoreio constante e resultante erosão), poluição ambiental (odores) e a possibilidade de transmissão de patógenos. Também se desconhecem os efeitos dos sistemas extensivos sobre o

ambiente e estes podem ser distintos daqueles notados em sistemas intensivos (animais confinados) e em muitos casos até de maior impacto.

Emissões gasosas (odores), oriundas dos sistemas de produção (confinado ou extensivo) podem ser problemáticas em termos de tipo de poluente e toxicidade em função da percepção da qualidade do ar pelos animais e por seres humanos. O gás metano e a amônia são os mais preocupantes devido à concentração da produção nos sistemas produtivos atuais. As emissões de amônia oriundas da criação avícola sofrem influência de fatores como variações no dia, da estação do ano, do ciclo de vida da ave (frangos vs aves de postura) bem como variações do tipo de alimentação, digestibilidade dos ingredientes, entre outros. Os sistemas de produção de frangos e/ou de ovos que contemplam a produção extensiva ou semi-extensiva e intencionam atender as premissas de bem-estar animal exigem um *input* maior da concentração de nutrientes para atingir o mesmo objetivo nutricional e produtivo (volume e escala) e quando essa premissa não é atendida, sistemas menos eficientes e com maiores perdas ao ambiente pode ser o resultado não planejado. Em sistemas extensivos, a densidade (número de aves por área) deve ser adequada às características do solo, ao tipo de cobertura vegetal ou espécie, ao tipo de sombreamento e de proteção a intempéries.

Seja em programas voluntários ou sob legislação, a maior parte das exigências diz respeito ao espaço físico em que o animal é mantido, o banimento de certos sistemas de alojamento, e o estabelecimento de limites físicos mínimos aceitáveis. No entanto, evidências indicam que não é apenas o espaço físico que prediz o nível e a qualidade do bem-estar animal (SORENSEN; FRASER, 2010). Como indicado pelos autores, fatores genéticos e humanos, incluindo mão de obra capacitada para um manejo amigável, podem ser os principais determinantes sobre o bem-estar animal. Conforme Fraser (2008), o bem-estar animal deve ser visto como resultado de um complexo de interações entre meio ambiente, genética e manejo.

Estratégias nutricionais na mitigação dos problemas ambientais

O excesso de nutrientes nas dietas avícolas, em grande quantidade e com baixa utilização pelas aves, leva à sua excreção e posterior concentração nas excretas, no caso do P, e/ou volatilização na atmosfera como o N, na forma de amônia, por exemplo. A redução no consumo de N por ave deve, em consequência, reduzir o montante de N excretado e assim a concentração de NH_3 ao ambiente (MEDA et al., 2011).

Um dos principais problemas enfrentados pelos nutricionistas da área avícola é a determinação da disponibilidade biológica do P nas diversas fontes encontradas no mercado para uso nas dietas. Devido a essa incerteza e a variabilidade de ingredientes e formas de utilização biológica, comumente opta-se por utilizar margens de segurança amplas na utilização dessas fontes, de modo a evitar problemas a campo. Assim, uma das formas de mitigar o problema do excesso de P nas dietas avícolas e sua excreção no meio ambiente é efetivamente selecionar tais fontes de P por sua qualidade e alto valor biológico, aliado ao uso de enzimas exógenas (fitases) e melhor aplicação do P disponível nas formulações, trabalhando com margens mais estreitas de uso em consonância com o estágio produtivo da ave e idade. Conforme destacado por Powers e Angel (2008), na atualidade com a manipulação mais precisa da dieta incluindo formulações enxutas que atendam exatamente às exigências das aves em conjunto com o uso de fitases, há potencial de redução do P ingerido em 40% e, de 70% em sua excreção.

Medidas empregadas para mitigar os problemas de excesso de N nas dietas e sua repercussão no ambiente têm sido focadas em reduzir a proteína bruta (PB) das formulações e em dietas baseadas em aminoácidos (AA) disponíveis. Exemplos da eficácia em manipular o teor quantitativo protéico das dietas indicam que a cada 1% de redução na PB estima-se a redução entre 10% e 50% nas perdas por amônia, como indicam os trabalhos a seguir.

Num estudo utilizando poedeiras em diferentes idades (21, 38 e 59 semanas) e dietas com redução no teor de proteína bruta (1,5 a 2,5%) em combinação com um agente acidificante (CaSO_4) e um aditivo adsorvente (zeolita), Wu-Haas et al. (2007) mostraram reduções significativas nas emissões de CH_4 (17%) e NH_3 (39%). Contudo, a emissão de H_2S triplicou com o uso das mesmas dietas, o que os autores justificaram pela presença de S adicional (oriundo do CaSO_4) e o seu efeito acidificante.

Estudos conduzidos por Roberts et al. (2007) indicaram que a inclusão de 10% de DDGS (Dried Distillers Grains Solubles), um subproduto do processamento de grãos por processo de destilação, em conjunto com subprodutos da indústria de moagem do trigo (7%) e cascas de soja (5%) em rações para poedeiras comerciais levaram à menor excreção de ácido úrico e, consequentemente, na redução de amônia (em 50%). Entretanto, Applegate et al. (2009) utilizaram DDGS de alta proteína (53 % em PB) na substituição do farelo de soja (à 50%), e mostraram que apesar de viável sua utilização em termos do desempenho dos frangos, houve maior produção de excretas e da excreção de N.

Como pôde ser percebido, nesses exemplos de pesquisas para mitigação de problemas ambientais, como na destinação dos resíduos da indústria de grãos, mitigação da geração de poluentes, entre outros, há muitas vezes a agregação de efeitos adversos, havendo a geração de mais poluentes ao meio ambiente.

Embora as estratégias nutricionais tenham um papel importante na redução do impacto ambiental causado pela produção avícola, tais medidas podem não fornecer mitigação suficiente e nem serem efetivas para alguns problemas emergentes que venham ocorrer face a mudanças de sistemas de produção, uso de ingredientes alternativos nas rações e demais exigências dos mercados.

Produção orgânica: normativas e algumas lacunas

As normativas do USDA (Departamento de Agricultura Americano) são bastante restritivas com relação ao termo “orgânico”. Quando um produto avícola recebe o rótulo de “orgânico”, o mesmo irá referenciar um produto restrito a sistemas de produção de aves cujo componente “alimentação” seja baseado na produção orgânica certificada, ou seja, ingredientes como o milho, a soja e demais ingredientes utilizados para compor a alimentação das aves produzidos sem o uso de pesticidas sintéticos ou fertilizantes e sob legislação que rege a produção vegetal orgânica. Demais manejos inerentes à criação também deverão seguir normativas pertinentes à produção orgânica.

No Brasil, a produção orgânica é regulamentada pela Instrução Normativa 64, de 18 de dezembro de 2008. Entre outros requisitos dentro do regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, estão estabelecidos os objetivos quanto aos aspectos ambientais, em seu artigo 3º que diz que devem ser buscadas:

- (I) a manutenção das áreas de preservação permanente;
- (II) a atenuação da pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais e modificados;
- (III) a proteção, a conservação e o uso racional dos recursos naturais.

No mesmo documento, um “Plano de manejo orgânico” deverá contemplar entre outros o histórico de utilização da área, a manutenção ou incremento da biodiversidade, o manejo dos resíduos e conservação do solo e da água. Também os procedimentos que contemplem a aplicação das boas práticas de produção bem como ações que visem evitar contaminações internas e externas, tais como:

- medidas de proteção em relação às fontes de contaminantes para áreas limítrofes com unidades de produção convencionais;
- o controle da qualidade da água dentro da unidade de produção, por meio de análises para verificação da contaminação química e microbiológica, que deverá ocorrer a critério do Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC) ou da Organização de Controle Social (OCS) em que se insere o agricultor familiar em venda direta.

E, em seu Art. 8º, é indicado que o produtor deverá comunicar ao OAC ou à OCS, no caso de potencial contaminação ambiental não prevista no plano de manejo para definição das medidas mitigadoras.

Em seu Art. 9º, que diz respeito à conversão das unidades de produção para serem consideradas orgânicas, devem ser considerados a implantação de um sistema de manejo orgânico por meio de:

- da manutenção ou construção ecológica da vida e da fertilidade do solo;
- do estabelecimento do equilíbrio do agroecossistema;
- da preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e modificados.

Especificamente na produção animal orgânica, devem ser buscados os seguintes itens:

- I- seguir os princípios do bem-estar animal em todas as fases do processo produtivo;
- II - manter a higiene e saúde em todo o processo criatório, compatível com a legislação sanitária vigente e com o emprego de produtos permitidos para uso na produção orgânica;
- III - a adoção de técnicas sanitárias preventivas;
- IV - a oferta de alimentação nutritiva, saudável, de qualidade e em quantidade adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie;
- V - a oferta de água de qualidade e em quantidade adequada, isenta de agentes químicos e biológicos que possam comprometer sua saúde e vigor, a qualidade dos produtos e os recursos naturais, de acordo com os parâmetros especificados pela legislação vigente;

- VI - utilizar instalações higiênicas, funcionais e adequadas a cada espécie animal e local de criação;
- VII - destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos da produção.

No que diz respeito às instalações de armazenagem e manipulação de dejetos, incluindo as áreas de compostagem, deverão ser projetadas, implantadas e operadas de maneira a prevenir a contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

Conforme Ludke et al. (2003), a sustentabilidade ambiental nos sistemas orgânicos de produção de aves e ovos deverá ser garantida por meio de manejo e uso sustentável do solo relacionando-se o número total de aves na granja com a capacidade de suporte de nutrientes disponível no solo. Esse manejo deverá garantir o equilíbrio no ciclo dos elementos, a exclusão da concentração de nutrientes e o controle da poluição devido ao excesso de dejetos que venham ser produzidos pelas aves. A Normativa nº 64 indica nesse quesito, lotação máxima em galpão de seis aves por m² e um mínimo de três m² para cada ave em área externa, tanto para poedeiras quanto para frangos de corte adultos.

Ainda são pouco conhecidos os impactos da produção orgânica sobre o meio-ambiente, como por exemplo, na biodiversidade, na emissão de amônia e deposição de minerais no solo como o N e o P. A produção animal compete cada vez mais por recursos naturais que vem se tornando escassos como a terra, água e energia (combustíveis fósseis) além de impactar negativamente a qualidade do ar, água e solo devido às emissões oriundas dos diversos sistemas produtivos animais, (VRIES; BOER, 2010). Para produzir um quilo de frango, por exemplo, conforme citado pelos autores, são necessários 8,1 a 9,9 m² de área ou quando expresso em termos da produção de um quilo de proteína, 42 a 52 m² na produção de frangos e 35 a 48 m² na produção de ovos.

Crandal et al. (2009), cita algumas lacunas existentes na produção avícola orgânica e algumas hipóteses a serem comprovadas sobre a inocuidade dos produtos orgânicos. Por exemplo, ainda necessita ser corroborada a afirmação de que a carne avícola oriunda da produção orgânica é mais segura por conter menor concentração de resíduos de pesticidas na carcaça, bem como ausência de patógenos, além de composição nutritiva superior.

Também são necessárias maiores comprovações científicas sobre o fato de a produção orgânica ser aceita como, ambientalmente, mais correta. Vale lembrar que se a demanda por produtos orgânicos crescer, haverá a necessidade de aumentar o número de produtores com propriedades e sistemas de produção certificados e, conseqüentemente, maiores extensões de áreas deverão ser destinadas à produção orgânica. No entanto, ainda há grande dificuldade na avaliação de impactos ambientais em sistemas de produção avícolas justamente devido à peculiaridade de cada sistema e como é entendido um ciclo de produção para cada cadeia alimentar que envolve a produção orgânica.

Num estudo comparativo utilizando a abordagem Life Cycle Assessment-LCA (um método holístico para avaliar o impacto no ambiente de um produto durante todo o seu ciclo de vida, Vries e Boer, 2010), três sistemas de produção de frangos foram avaliados por Boggia et al. (2010). Por meio da classificação desses impactos negativos sobre a saúde humana, qualidade do ecossistema e uso dos recursos naturais, os impactos ambientais foram avaliados e categorizados em cada sistema produtivo. Algumas categorias da avaliação incluíram fatores como, a presença/ausência de carcinogênicos (em grãos e demais produtos que entraram para a formulação das dietas das aves), presença de materiais radioativos, concentração de emissões gasosas no ambiente, principalmente SO_2 (ácido sulfídrico) e formas de N oxidado (Nox). As emissões que poluem fontes de água e mananciais, o ar e o solo que causem acidificação e eutroficação, bem como a ocupação e transformação do solo (áreas agricultáveis e de pastoreio das aves e/ou implantação das instalações para alojamento) foram consideradas. Também se

obtiveram dados de uso dos recursos naturais e contaminação (água, solo, etc) por metais pesados bem como o consumo de recursos não-renováveis.

A análise final indicou que o sistema orgânico apresentou melhor “desempenho ambiental” (comparado aos sistemas produtivos convencionais e a um segundo sistema orgânico), devido ao menor impacto ao ambiente elencado em função das variáveis estudadas. O menor impacto ambiental nesse sistema de produção se deu em função do menor consumo de recursos não-renováveis e menor emissão de SO_2 e Nox , quando comparado aos demais sistemas. O segundo sistema orgânico avaliado possuía o diferencial em utilizar linhagens de crescimento lento e maior área disponível (maior espaço por ave/ m^2) com intuito de incrementar o bem-estar das aves e, por esse fato, recebeu classificação inferior dentro do conceito de sustentabilidade (repercussão negativa sobre o impacto ao meio ambiente por utilizar maior área de ocupação e exploração ambiental).

Iniciativas internacionais: programas voluntários

Um trabalho inicial foi definir os princípios comuns das Boas Práticas de Produção (BPP). Tais princípios descrevem as práticas que utilizam tecnologia disponível que promova a produtividade da agricultura de modo seguro e a obtenção de alimentos saudáveis, com viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e social. Embora estas últimas dimensões permaneçam insuficientemente abordadas, o processo envolve o planejamento, a obtenção e manutenção de registros que possam ser rastreados e que venham identificar os aspectos ambientais, sociais e econômicos da produção e monitorar seus impactos relativos.

Esforços para explorar o desenvolvimento de BPP podem ser vistos no contexto da Agenda 21, o plano global de ações para o desenvolvimento sustentável adotado em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento. É relevante, em seu quarto capítulo, intitulado “Mudanças no padrão de consumo” a indicação da “...? recente emergência em muitos países de um consumidor consciente combinada com o aumento do interesse por parte de algumas indústrias em fornecer produtos que sejam ambientalmente corretos. Governos e organizações internacionais, juntos com o setor privado, devem desenvolver critérios e metodologias para acessar os impactos ambientais e exigências em recursos naturais”. Resultados devem se transformar em “indicadores transparentes de modo a informar consumidores e tomadores de decisão. Governos em cooperação com a indústria e outros grupos relevantes devem encorajar a expansão de produtos identificados como “ambientalmente corretos” e assistir aos consumidores para que possam ter acesso a informações confiáveis”. Muito do corrente interesse sobre BPP e sua implantação tem sido gerados por padrões voluntários iniciados na agroindústria exportadora ou grandes redes de supermercados.

Uma das iniciativas internacionais é o GlobalGap, um sistema de gestão da qualidade com a finalidade de garantir a produção de alimentos seguros (inócuos) e sustentáveis para os consumidores (clientes), iniciado por varejistas europeus em 1997. Um dos princípios do GlobalGap, baseia-se no conceito de “proteção ambiental, designado para minimizar o impacto negativo da produção agrícola no meio ambiente” e incluem algumas definições a serem aplicadas para o meio ambiente. No contexto de preservação ambiental estão inclusos, por exemplo, a definição de “Avaliação Ambiental” como “o processo de estimar e avaliar efeitos de curto e longo prazo de um programa ou projeto de qualidade ambiental incluindo a identificação de meios/instrumentos para minimizar, mitigar ou eliminar ou compensar efeitos deletérios que impactam o ambiente”. Inserido no módulo base de unidade de produção de aves (postura e frangos de corte), os pontos de controle e critérios de cumprimento na certificação de estabelecimentos avícolas, em sua gestão da unidade de

produção, encontram-se referências à preocupação com o meio ambiente. Um dos pontos de controle diz respeito a um “plano de gestão” que aponte as estratégias necessárias para minimizar os riscos (impacto das atividades propostas no ambiente), identificando-se, por exemplo, a presença de contaminação do lençol freático e registros de resultados de avaliações que justifiquem a adequação do local. A água para dessedentação das aves deve ser potável, limpa e não conter qualquer substância que venha ameaçar a saúde das aves ou a segurança dos produtos (carne, ovos, etc.) gerados na granja. Quanto ao ponto de controle “Qualidade da Água de bebida”, a indicação para análise microbiológica inclui o registro da contagem de unidades formadoras de colônia (UFC), não devendo exceder 100.000 UFC/mL. As análises químicas da água devem incluir o pH da água (entre 4 e 9), Ca (máximo 285 ppm), Fe (máximo 2,5 mg/L, Nitritos (máximo; 1,0 mg/L e Mn (máximo 2,0 mg/L).

Também são indicados os pontos de controle quanto à gestão de resíduos e poluentes, reciclagem e reutilização havendo a preocupação em “minimizar a geração de resíduos na atividade avícola por meio de revisão das práticas atuais, evitando desperdícios, reduzindo, reutilizando ou reciclando esses mesmos resíduos”. Como critérios de cumprimento dentro da certificação indica-se que “todos os resíduos produzidos na atividade (exemplos: papel, cartão, plástico, óleo, etc.) e fontes de poluição (ex., efluentes, produtos químicos, resíduos de alimentos) devem ser registrados (rastreáveis)”. Adicionalmente deve existir um plano documentado de gestão dos resíduos da unidade de produção com ênfase à reciclagem (menor uso de lixeiras e incineração, quando possível), sendo os resíduos orgânicos compostados no local, sendo documentado (analisado) o seu conteúdo e propriedades para melhoria do solo e riscos de propagação de doenças. Adicionalmente, inclui pontos de controle sobre “Conservação ambiental” e “impacto da atividade agropecuária sobre o ambiente e a biodiversidade” indicando a necessidade de um plano documentado com ações compatíveis com uma agricultura sustentável e que demonstre reduzido impacto ambiental.

A importância na manutenção do histórico de gestão de uma unidade produtora animal sustentável é destacado no módulo base de gestão da propriedade indicando que “um dos fatores fundamentais para uma agricultura sustentável é a assimilação contínua do conhecimento específico da unidade de produção e da experiência prática no planejamento futuro da gestão e das práticas culturais”. O objetivo dessa gestão é “assegurar que o solo, edifícios e outras instalações, que constituem a base da unidade de produção, sejam corretamente geridos de forma a assegurar uma produção alimentar segura e o meio ambiente preservado”.

Iniciativas no Brasil

Iniciativas para implantação de boas práticas de produção (BPP) vêm sendo divulgadas ao setor produtivo como as BPP na Postura Comercial (2006) e as BPP de Frangos de corte (2007), como forma de auxiliar na adoção voluntária de práticas que venham colaborar na produção de alimentos seguros e na redução dos impactos negativos da produção sobre o meio ambiente.

Alguns tópicos nesse contexto incluem as boas práticas no uso de recursos hídricos, no manejo de resíduos e conservação ambiental, incluindo um plano de manejo ambiental da propriedade. Destaca-se também a necessidade da constante atualização do produtor em conhecimentos, tecnologias e legislações vigentes devido ao dinamismo dos setores de frango de corte e produção de ovos de modo que o manejo do sistema de produção não resulte em impacto ambiental ou esteja em desacordo com as legislações. Recomenda-se assim, a consulta aos órgãos ambientais da Federação e dos Estados, bem como às instituições de pesquisa e extensão rural.

Na mesma linha, a União Brasileira de Avicultura (UBABEF) lançou ao setor produtivo, o protocolo de BPP de ovos e de frangos de corte bem como o manual de norma técnica de Produção Integrada de Frango com referências à gestão ambiental da propriedade avícola. Nos referidos protocolos é indicada a importância do levantamento das informações que possam auxiliar no manejo do sistema de produção, como a proteção de fontes de água da poluição e a disposição adequada dos resíduos da produção. Além de se respeitar a legislação ambiental vigente, outros indicativos para gestão ambiental na unidade produtora são destacados: a retirada diária de aves mortas no aviário, destinando adequadamente as carcaças à compostagem ou incineração, o manejo adequado dos resíduos evitando contaminação do ar, solo e/ou água com poluentes nocivos, o aproveitamento da cama de frango como adubo nas lavouras, respeitando as boas práticas com relação ao solo e mantendo distância adequada do aviário, a proteção das fontes de água de cargas poluidoras e do acesso de pessoas não autorizadas e animais, a utilização de um sistema de compostagem emergencial ou de incineração quando houver mortalidade maciça e, a manutenção da unidade de produção livre de lixo e resíduos prevendo-se seu armazenamento em local adequado até o seu descarte.

Legislações na avicultura comercial e o meio ambiente

A Instrução Normativa 56, de 06 de dezembro de 2007, define os procedimentos para o registro, a fiscalização e o controle sanitário dos Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais. Progressos específicos na área ambiental foram alcançados quando no item VI do Art, 9º dessa IN é indicada a necessidade da obtenção de “licença emitida por órgão de fiscalização de meio ambiente municipal, estadual ou federal de aprovação da área onde se pretende construir o estabelecimento avícola”. Adicionalmente é indicada a necessidade do estabelecimento possuir um plano de gerenciamento ambiental, devendo este ser implementado de modo a conter a descrição de práticas tecnológicas

como por exemplo, os procedimentos adotados para o destino de águas servidas e resíduos de produção (aves mortas, ovos descartados, esterco e embalagem) e estar de acordo com a legislação ambiental vigente (estadual e/ou municipal). Especificamente para a garantia da qualidade da água na granja avícola, é destacada na IN 56 a necessidade da realização da análise física, química e bacteriológica da água, conforme os padrões estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, à exceção de contagem de coliformes termotolerantes. As análises deverão seguir o padrão estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 518, de 25 de março de 2004, com a seguinte periodicidade:

- Análise física e química anualmente e análise bacteriológica trimestralmente para os estabelecimentos produtores de ovos e aves SPF e ovos controlados para produção de vacinas inativadas.
- Análise física e química anualmente e análise bacteriológica semestralmente para os demais estabelecimentos avícolas de reprodução.
- Análise física, química e bacteriológica anualmente para os estabelecimentos de aves comerciais.

Considerações finais

Como atividade convencional, a avicultura deve estar atenta aos novos sistemas que vêm atender a objetivos como a responsabilidade da produção ética de alimentos. Quando buscamos, por exemplo, as práticas de produção animal que atendam à ética e respeito ao bem-estar animal, consideração especial deve ser dada aos impactos dos novos sistemas de produção sobre o meio ambiente.

Do mesmo modo, as práticas de manejo adequadas à preservação do meio ambiente devem ser necessariamente incorporadas aos novos sistemas de produção que se propõe a serem também satisfatórias ao bem-estar animal. Os consumidores e as cadeias de produção de frangos e ovos deverão ainda debater largamente sobre os benefícios e os custos da adoção de sistemas produtivos que buscam ser éticamen-

te aceitáveis e venham atender a um denominador comum benéfico a ambos.

Finalmente, pesquisas devem ser orientadas para que a interface meio ambiente e bem-estar animal possa ser contemplada sob respaldo científico, abrangendo estudos longitudinais e de análises dos custos da produção ética de proteínas animais em consonância à preservação ambiental.

Referências

Agenda 21 - Section I Social & Economic Dimensions Chapter 4. Changing Consumption Patterns. 2002. (http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_04.shtml. Consultada em 16/05/2010).

AVILA, V. S.; KUNZ, A.; BELLAVER, C.; DE PAIVA, D. P.; JAENISCH, F. R. F.; MAZZUCO, H.; TREVISOL, I. M.; PALHARES, J. C. P.; ABREU, P. G.; ROSA, P. S. **Boas práticas de produção de frangos de corte**. 2007. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 28 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 51).

APPLEGATE, T. J.; TROCHE, C.; JIANG, Z.; JOHNSON, T. The nutritional value of high-protein corn distillers dried grains for broiler chickens and its effect on nutrient excretion. **Poultry Science**. v. 88, p. 354-359, 2009.

BOGGIA, A.; PAOLOTTI, L.; CASTELLINI, C. Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. **World's Poultry Science Journal**. v. 66, p. 95-114, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º56 de 04 de dez. 2007. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 06 dez. 2007. Seção 1. p.11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º64 de 18 de dez. 2008. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1. p.4.

CRANDALL, P. G.; SEIDEMAN, S; RICKE, S. C.; O'BRYAN, C. A.; FANATICO, A. F.; RAINEY, R. Organic poultry: Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 18, p. 795-802, 2009.

ELFERINK, E. V.; NONHEBEL, S. Variations in land requirements for meat production. **Journal of Cleaner Production**. v. 15, p. 1778-1786, 2007.

FRASER, D. Understanding animal welfare: the science in its cultural context. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008.

GREGORY, P. J.; INGRAM, J. S. I. Global change and food and forest production: future scientific challenges. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 82, p. 3-14, 2000.

LUDKE, J. V.; LUDKE, M. C. M. M; FIGUEIREDO, E. A. P.; JAENISCH, F. R. F. Sistema orgânico de produção de aves e ovos. In: STRINGUETTA, P. C.; MUNIZ, J. N. Alimentos orgânicos, produção, tecnologia e certificação. Viçosa: UFV, 2003.

MAZZUCO, H.; KUNZ, A.; DE PAIVA, D. P.; JAENISCH, F. R. F.; PALHARES J. C. P.; DE ABREU, P. G.; ROSA, P. S.; AVILA, V. S. **Boas práticas de produção na postura comercial**. Concordia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 40 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 49).

MEDA, B.; HASSOUNA, M.; AUBERT, C.; ROBIN, P.; DOURMAD, J. Y. Influence of rearing conditions and manure management practices on ammonia and greenhouse gas emissions from poultry houses. **World's Poultry Science Journal**, v. 67, p. 441-455, 2011.

POWERS, W.; ANGEL, R. A review of the capacity for nutritional strategies to address environmental challenges in poultry production. **Poultry Science**. v. 87, p. 1929-1938, 2008.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSEL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying hen manure. **Poultry Science**, v. 86, p. 1625-1632, 2007.

SIEGFORD, J. M.; POWERS, W; GRIMES-CASEY, H. G. Environmental aspects of ethical animal production. **Poultry Science**. v. 87, p. 380-386, 2008.

SORENSEN, J. T.; FRASER, D. On-farm welfare assessment for regulatory purposes: Issues and possible solutions. **Livestock Science**, v. 131, p. 1-7, 2010.

VRIES, M. de; BOER, I. J. M. Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. **Livestock Science**, v. 128, p. 1-11, 2010.

WU-HAAN, W.; POWERS, W. J.; ANGEL, C. R.; HALE, C. E.; APPLGATE, T. J. Effect of an acidifying diet combined with zeolite and slight protein reduction on air emissions from laying hens of different ages. **Poultry Science**. v. 86, p. 182-190, 2007.



Suínos e Aves

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

