



# Avicultura

*Luciane Sperandio Floriano*

## Anatomia e fisiologia das aves domésticas



**INSTITUTO FEDERAL  
GOIANO**  
Campus Urutaí

**UFRN**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Ministério da  
**Educação**

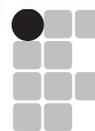
GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA





# Anatomia e fisiologia das aves domésticas

*Luciane Sperandio Floriano*



**INSTITUTO FEDERAL  
GOIANO**  
Campus Urutaí

**URUTAÍ  
2013**

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação a Distância

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano).

Este Caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para a Rede e-Tec Brasil.

**Reitor**

Vicente Pereira de Almeida

**Diretor-Geral do Campus IFGO/Urutaí**

Gilson Dourado da Silva

**Coordenador Geral**

Júlio César Garcia

**Coordenadores Adjuntos**

Limerce Ferreira Lopes  
Valéria Alves de Lima

**Coordenador de Curso**

Maria Angélica Gonçalves de Araújo

**Professora-Autora**

Luciane Sperandio Floriano

**Equipe de Produção**

Secretaria de Educação a Distância / UFRN

**Reitora**

Profa. Ângela Maria Paiva Cruz

**Vice-Reitora**

Profa. Maria de Fátima Freire Melo Ximenes

**Secretária de Educação a Distância**

Profa. Maria Carmem Freire Diógenes Rêgo

**Secretária Adjunta de Educação a Distância**

Profa. Ione Rodrigues Diniz Morais

**Coordenador de Produção de Materiais Didáticos**

Prof. Marcos Aurélio Felipe

**Coordenação Design Instrucional**

Maria da Penha Casado Alves

**Coordenação de Design Gráfico**

Ivana Lima

**Gestão de Produção de Materiais**

Carolina Aires Mayer  
Rosilene Alves de Paiva

**Equipe de Design Instrucional**

Cristinara Ferreira dos Santos  
Jeremias Alves de Araújo  
Juliane Patricie da Silva Santana  
Priscila Xavier de Macedo

Verônica Pinheiro da Silva

**Equipe de Design Gráfico**

Amanda Duarte (Ilustradora)  
Elizabeth da Silva Ferreira (Diagramadora)

**Revisão Tipográfica**

Leticia Torres

**Projeto Gráfico**

e-Tec/MEC

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - IF GOIANO



# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec - Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geográfica ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, - que é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Nosso contato: [etecbrasil@mec.gov.br](mailto:etecbrasil@mec.gov.br)



# Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



**Atenção:** indica pontos de maior relevância no texto.



**Saiba mais:** oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



**Glossário:** indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



**Mídias integradas:** remete o tema para outras fontes: livros, filmes, músicas, *sites*, programas de TV.



**Atividades de aprendizagem:** apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



# Sumário

<b>Palavra da professora-autora</b> .....	<b>9</b>
<b>Apresentação da disciplina</b> .....	<b>11</b>
<b>Projeto instrucional</b> .....	<b>13</b>
<b>Aula 1 – Introdução à anatomia e fisiologia e aspectos gerais das aves</b> .....	<b>15</b>
1.1 Conceitos sobre Anatomia e Fisiologia.....	15
1.2 Características gerais das aves.....	16
1.3 Exterior das aves domésticas.....	17
1.4 Conformação anatômica.....	23
<b>Aula 2 – Sistema esquelético</b> .....	<b>25</b>
2.1 Características gerais do sistema esquelético.....	25
2.2 Divisão do sistema esquelético das aves.....	27
<b>Aula 3 – Sistema muscular</b> .....	<b>33</b>
3.1 Características gerais do sistema muscular.....	33
3.2 Músculos das aves.....	36
<b>Aula 4 – Sistema digestório</b> .....	<b>41</b>
4.1 Características gerais do sistema digestório.....	41
4.2 Cavidade oral.....	42
4.3 Esôfago e papo.....	43
4.4 Proventrículo e moela.....	44
4.5 Intestinos e glândulas anexas.....	45
<b>Aula 5 – Sistema respiratório</b> .....	<b>49</b>
5.1 Características gerais do sistema respiratório.....	49
5.2 Narinas, cavidades nasais e laringe.....	53
5.3 Traqueia, siringe e brônquios.....	53
5.4 Pulmões e sacos aéreos.....	54

<b>Aula 6 – Sistema circulatório</b> .....	<b>57</b>
6.1 Características gerais do sistema circulatório.....	57
6.2 Coração.....	58
6.3 Vasos sanguíneos.....	59
6.4 Sangue.....	60
6.5 Problemas metabólicos relacionados ao sistema circulatório de aves de granja.....	61
<b>Aula 7 – Sistema urogenital</b> .....	<b>65</b>
7.1 Introdução .....	65
7.2 Anatomia e fisiologia do sistema urinário.....	65
7.3 Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor feminino.....	67
7.4 Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor masculino.....	73
<b>Aula 8 – Fisiologia da termorregulação</b> .....	<b>79</b>
8.1 Introdução.....	79
8.2 Controle da temperatura em aves.....	80
8.3 Zona de conforto térmico.....	82
<b>Referências</b> .....	<b>87</b>
<b>Currículo da Professora-autora</b> .....	<b>89</b>

# Palavra da professora-autora

Prezado estudante, parabéns pela escolha do curso!

Nesta disciplina, você irá conhecer os principais aspectos da anatomia e fisiologia das aves e será capaz de relacionar esses conhecimentos com as atividades práticas que envolvem o manejo em avicultura. Esses conhecimentos também servirão de base para as disciplinas seguintes e para sua vida profissional, de modo que, ao final do curso, você possa atuar na área de avicultura.

Bom estudo a todos!



# Apresentação da disciplina

Na Aula 1, vamos conhecer alguns conceitos relativos à anatomia e fisiologia das aves. Você vai entender a importância desse estudo para a prática da avicultura, bem como para o bom desenvolvimento das aves de criação. Vai conhecer as características gerais das aves domésticas, sua conformação anatômica e seu exterior.

Na Aula 2, você vai conhecer o esqueleto das aves e perceber sua importância para o suporte e movimento desses animais. Explore as figuras, elas são fundamentais para a identificação dos principais ossos que compõem o corpo das aves.

Na Aula 3, você vai estudar as características gerais do sistema muscular das aves e sua relação com o desenvolvimento do animal. Também vai conseguir identificar os principais músculos que estão relacionados com as partes comestíveis das aves.

Na Aula 4, iremos listar as principais estruturas do sistema digestório e suas funções, relacionando os aspectos da fisiologia do sistema digestório com o processo digestivo das aves.

Na Aula 5, você irá conhecer as características gerais do sistema respiratório das aves. Vai perceber que o sistema respiratório desses animais apresenta características peculiares, que são fundamentais para o bem-estar em avicultura.

Na Aula 6, você irá entender como funciona o sistema circulatório das aves e identificar os principais órgãos envolvidos. Vai reconhecer a importância desse sistema para a manutenção da homeostase dos animais.

Na Aula 7, você estudará as características do sistema urinário das aves e sua importância no metabolismo. Vai reconhecer o sistema genital das aves, diferenciando macho e fêmea, e vai relacionar os conhecimentos com a função reprodutiva desses animais na avicultura.

Finalmente, na Aula 8, você irá compreender os aspectos relacionados à fisiologia da termorregulação das aves e conseguirá relacionar os conhecimentos de modo a promover o bem-estar dos animais em produção.



# Projeto instrucional

**Disciplina:** Anatomia e fisiologia das aves domésticas (carga horária: 45h).

**Ementa:** Sistemas esquelético, muscular, digestivo, respiratório, circulatório e reprodutor.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CARGA HORÁRIA (HORAS)
1. Introdução à anatomia e fisiologia e aspectos gerais das aves domésticas	Definir os conceitos de anatomia e fisiologia. Reconhecer a importância do estudo da anatomia e da fisiologia das aves domésticas para a avicultura. Relacionar o estudo da anatomia e fisiologia com as práticas de manejo na avicultura. Reconhecer as características gerais das aves domésticas, sua conformação anatômica e seu exterior.	5
2. Sistema esquelético	Conhecer as características gerais do sistema esquelético das aves. Definir a importância do sistema esquelético para o suporte e movimento das aves.	5
3. Sistema muscular	Reconhecer as características gerais do sistema muscular das aves e sua relação com o desenvolvimento do animal. Identificar os principais músculos que estão relacionados com as partes comestíveis do corpo das aves.	6
4. Sistema digestório	Caracterizar o sistema digestório das aves. Listar as principais estruturas do sistema digestório e suas funções. Relacionar os aspectos da fisiologia do sistema digestório com o processo digestivo das aves.	6
5. Sistema respiratório	Conhecer as características gerais do sistema respiratório das aves, suas funções e sua relação com o bem-estar delas.	6
6. Sistema circulatório	Conhecer as características gerais do sistema circulatório das aves e seus principais órgãos. Relacionar com alguns problemas metabólicos que envolvem esse sistema.	6
7. Sistema urogenital	Conhecer as características do sistema urinário e reprodutor das aves. Diferenciar a anatomia dos animais macho e fêmea. Relacionar os conhecimentos com a função reprodutiva das aves em cativeiro.	7
8. Fisiologia da termorregulação	Conhecer alguns dos mecanismos de termorregulação das aves em avicultura. Relacionar os conhecimentos de modo a promover o bem-estar dos animais em produção.	4



# Aula 1 – Introdução à anatomia e fisiologia e aspectos gerais das aves

## Objetivos

Definir os conceitos de Anatomia e Fisiologia.

Reconhecer a importância do estudo da anatomia e da fisiologia das aves domésticas para a avicultura.

Relacionar o estudo da anatomia e fisiologia com as práticas de manejo na avicultura.

Reconhecer as características gerais das aves domésticas, sua conformação anatômica e seu exterior.

## 1.1 Conceitos sobre Anatomia e Fisiologia

Para iniciarmos essa disciplina, alguns termos e definições necessitam ser compreendidos. A seguir, vamos definir o que é Anatomia e Fisiologia.

Anatomia é o ramo do conhecimento que estuda a forma, a disposição e a estrutura dos componentes dos seres vivos. O termo de origem grega significa “cortar fora, dissecar” e era usado pelos primeiros anatomistas com referência à dissecação completa de um cadáver.

A anatomia, entre outras ciências básicas, é indispensável para o completo estudo e conhecimento de qualquer espécie animal, principalmente de aves, já que as estruturas anatômicas subsidiam o entendimento de processos fisiológicos nesses animais.

Já o termo Fisiologia (do grego *physis* = natureza, função ou funcionamento; e *logos* = palavra ou estudo) é o ramo da Biologia que estuda as múltiplas funções mecânicas, físicas e bioquímicas nos seres vivos. De uma forma mais sintética, a Fisiologia estuda o funcionamento do organismo.

A fisiologia dos animais domésticos analisa os fenômenos vitais das espécies animais domesticados pelo homem. Nos animais criados para obtenção de alimento, como no caso das aves, procura-se explicar os fenômenos vitais sob o aspecto da importância das funções dos diversos órgãos na produção animal e sua capacidade de adaptação ao meio.

O conhecimento dos mecanismos fisiológicos é de fundamental importância para o bom desempenho das aves de corte e postura, pois através da aplicação de procedimentos corretos (manejo, nutrição, sanidade e outros) o fator de produção poderá ser melhorado.

## 1.2 Características gerais das aves

Aqui, iremos abordar as características gerais das aves domésticas, sua importância zootécnica e origem.

Entre todas as aves domésticas, as mais importantes são aquelas que foram domesticadas visando à produção de carnes e ovos. As aves domésticas são de especial valor, em virtude de sua eficiência na conversão da proteína vegetal em proteína animal. Atualmente, as aves que são de notável importância comercial são a galinha doméstica, o peru doméstico e, em menor grau, o pato e o ganso domésticos (GETTY, 1981).



É geralmente aceito que a galinha tenha se originado, há mais de 5.000 anos, da galinha vermelha da floresta, *Gallus gallus*, uma espécie de faisão nativo do sudoeste da Ásia. A expressão **aves de granja** refere-se às aves domesticadas utilizadas para a produção de carne e ovos.



### Ovíparas

Animais que põem ovos, cujo desenvolvimento se completa fora do organismo materno.

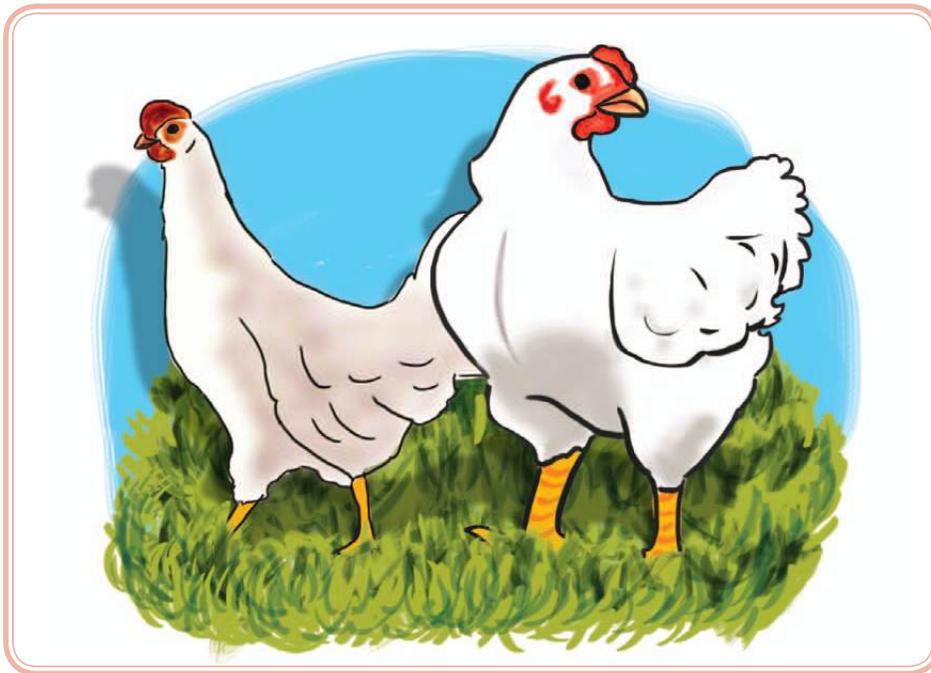
### Onívoras

Significa que se alimentam de produtos de origem animal e vegetal.

### Dimorfismo sexual

É quando há ocorrência de indivíduos do sexo masculino e feminino de uma espécie com caracteres físicos, não sexuais, marcadamente distintos.

As galinhas (Figura 1.1) são **animais ovíparos**, de tamanho corporal médio, grande velocidade de desenvolvimento e são diurnas. Além disso, são **onívoras**, polígamas e com elevado **dimorfismo sexual**.



**Figura 1.1: Poedeira Embrapa 011 e Frango de corte Embrapa 021**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Figueiredo et al (2003).

Existe uma grande diversidade de raças, aproximadamente 37 nos países ocidentais, e cruzamentos que variam grandemente na aparência física e também na eficiência da conversão alimentar.

Neste material didático, usaremos frequentemente o termo galinha para falarmos sobre a espécie *Gallus gallus domesticus*, tanto exemplares machos quanto fêmeas. Quando necessário, faremos a distinção entre machos e fêmeas.



### **1.3 Exterior das aves domésticas**

Vamos agora reconhecer o exterior de uma ave doméstica, dividindo seu corpo em cinco regiões fundamentais, sendo elas: cabeça, pescoço, tronco (subdivido em três partes: torácica, abdominal e pélvica), membros (total de quatro, par pélvico e par torácico) e cauda.

O corpo das aves também conta com cavidades que possuem a finalidade de proteger um órgão ou região do organismo que é considerado “frágil”. Assim, podemos encontrar a cavidade craniana (do crânio), cavidade torácica (do tórax), cavidade abdominal (do abdômen) e cavidade pélvica (da pelve).



Vamos estudar agora o exterior das galinhas, mais especificamente as seguintes partes: corpo, cabeça, asas e pés, pele e plumagem.

### 1.3.1 Corpo

A-Z

#### Fusiforme

Significa que as aves possuem o corpo alongado e com as extremidades mais estreitas que o centro, em forma de fuso (antigo instrumento usado para afiar).

As aves domésticas, como a galinha, possuem corpo **fusiforme**, volumoso e compacto. Na linha dorsal, as aves possuem o rabo e a glândula uropigiana (Figura 1.2).

Na linha inferior, têm-se o papo, o peito e abdômen. Lateralmente ao corpo, temos as costelas e as asas.



A glândula uropigiana está presente nas aves, sendo considerada como sebácea. Possui dois lobos (direito e esquerdo) e é responsável pela produção de uma secreção que tem por finalidade a impermeabilização das penas das aves.



**Figura 1.2: Rabo e glândula uropigiana da galinha**

Fonte: <<http://www.itgganadero.com/docs/itg/docs/2011/BAaves/ANATOMIAYFISIOLOGIADELAS.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.

### 1.3.2 Cabeça

Na cabeça da galinha, encontramos as seguintes estruturas (Figura 1.3):

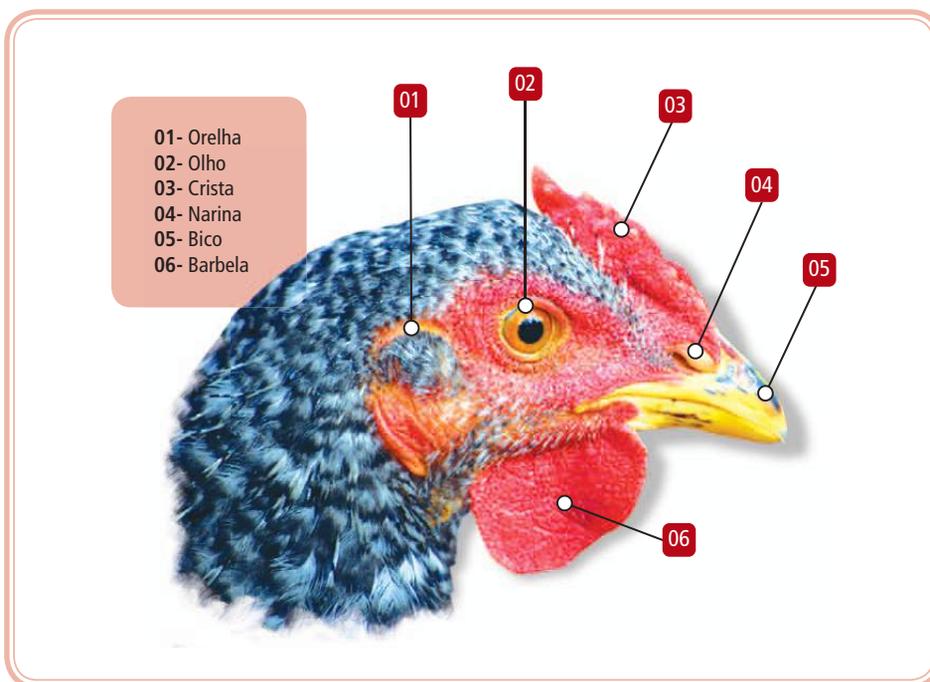
- a) **Crista:** tipo de pele altamente vascularizada que possui papel importante no processo de termorregulação das aves.
- b) **Barbela:** semelhante à crista, é altamente vascularizada e importante no processo de termorregulação.

- c) **Narinas:** são geralmente localizadas diretamente acima do bico. O formato das narinas é muito variado entre as espécies de aves. A cavidade nasal é formada após as narinas e possui três compartimentos que se comunicam livremente.
- d) **Ouvidos:** nos répteis e aves, e também nos mamíferos, além dos ouvidos interno e médio, há o ouvido externo. A membrana timpânica não se encontra exposta, mas localizada em uma depressão tubular da cabeça, que constitui o ouvido externo. Os lobos da orelha guarnecem os lados da cabeça perto da orelha externa.
- e) **Olhos:** a visão é um sentido primário nas aves. Os olhos são grandes com uma elevada **acuidade visual**.
- f) **Bico:** componente funcional correlacionado com os lábios e dentes dos mamíferos, deriva da cutis e é coberto por uma camada fina de pele. Serve para seleção e apreensão do alimento.

## A-Z

### Acuidade visual

É o grau de aptidão do olho para discriminar os detalhes espaciais, ou seja, a capacidade de perceber a forma e o contorno dos objetos.



**Figura 1.3: Cabeça de uma galinha e principais estruturas**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.4freephotos.com/pt/cabe%C3%A7a\\_de\\_galinha-limage-b0a59e4df17ee0217f621e73aee2b474.html](http://www.4freephotos.com/pt/cabe%C3%A7a_de_galinha-limage-b0a59e4df17ee0217f621e73aee2b474.html)>. Acesso em: 10 set. 2012.



Antes de seguir em frente, vamos revisar: o corpo das aves pode ser dividido em cinco regiões. Quais são elas?

### 1.3.3 Asas e pés

Nas aves, os membros superiores são chamados de asas. São pares e têm como osso principal o úmero, que se articula com os ossos rádio e a ulna (que constituem os ossos do antebraço) e as falanges. Veremos esse assunto com mais detalhes na Aula 2.

As galinhas são bípedes, ou seja, possuem dois pés, que por sua vez, possuem quatro dedos. Juntamente com a canela, os dedos são envolvidos por uma pele modificada, feita de um tecido de revestimento resistente e queratinizado. Têm papel importante no processo de perda de calor, especialmente pela ausência de penas nessa região (Figura 2.3).



O tecido queratinizado significa que ele é formado por um tipo de proteína estrutural chamada de queratina. A queratina também é responsável pela formação da lã, dos pelos, chifres e cascos em alguns mamíferos.



**Figura 1.4: Asas e pés**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Arquivo pessoal do autor (2012).

### 1.3.4. Pele

Agora, vamos estudar um pouco sobre a pele das aves, como é constituída, sua importância e funções.

A pele é formada pelo tecido epitelial que recobre os músculos e serve como proteção e barreira contra o meio externo, contra a dessecação, além de manter a comunicação com o ambiente externo através de numerosas terminações nervosas.

A pele da ave é fina e flexível na maior parte do corpo, com uma certa organização dos tecidos em função das penas, a principal característica das aves.

Podemos listar a seguir as principais funções da pele nas aves:

- proteger contra forças, substâncias e organismos prejudiciais;
- evitar a perda de sangue e outros fluidos;
- auxiliar na regulação da temperatura corporal;
- auxiliar na locomoção e outros comportamentos;
- fornecer suporte para órgãos de sensibilidade à dor, à temperatura, à pressão e à vibração.

Assim como nos outros vertebrados, os dois principais componentes da pele são a epiderme e a derme.

Diferentemente de outros animais, as aves não possuem glândulas sudoríparas e sebáceas na pele, exceto a glândula uropigiana, que já falamos anteriormente.

### 1.3.5. Penas

Encontramos três tipos básicos de penas nas aves. São elas:

- Semipluma:** localizam-se às margens das penas de contorno próximas ao corpo. São comuns na região abdominal e auxiliam no isolamento necessário para reter calor corporal durante o inverno e maximizar a absorção de calor no meio ambiente durante o verão.
- Filopluma:** semelhante a um fio de cabelo rudimentar, é distribuída em todos os tratos de penas do corpo, inclusive nas penas curtas da cabeça. Permanecem na carcaça depois que todas as penas foram removidas pelos métodos usuais de depenamento.
- Penas de contorno:** são as penas externas que cobrem todo o corpo dando o formato à ave empenada. Variam grandemente quanto ao tamanho e formam uma camada isolante que ajuda na manutenção da temperatura corporal. Também são importantes durante o voo, no acasalamento e como material para o ninho.



Cor amarelada da pele da maioria das galinhas domésticas deve-se ao acúmulo de um pigmento carotenóide, a xantofila, derivada de itens da alimentação como o milho. Esse pigmento também contribui para a cor amarela da gema do ovo. No entanto, quando a galinha começa a postura, a cor amarelada da pele e de estruturas associadas é perdida à medida que o pigmento se deposita nos ovos. A cor é perdida em torno do ânus, no anel ocular, no bico e na canela, daí deduzir-se que uma galinha com as canelas descoradas estava em postura há algum tempo.



A epiderme constitui a parte superficial da pele, formada por um epitélio escamoso estratificado e queratinizado. Já na derme estão vasos sanguíneos, músculo liso e terminações nervosas, principalmente associadas aos folículos das penas.

As penas possuem algumas estruturas que auxiliam na sustentação do corpo da ave, formando uma intrincada rede de barbas e bárbulas munidas de pequenos ganchos (Figura 1.5).



**Figura 1.5: Estrutura de uma pena**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <<http://curlygirl.no.sapo.pt/imagens/estruturapena.jpg>>. Acesso em: 10 set. 2012.

- Cálamo - É a ponta oca que fica dentro da pele da ave.
- Raque (ou raqui) - É a parte central, o “eixo da pena”.
- Barbas - São os “raminhos” das penas que estão presos à raque.
- Bárbulas - São as pequeninas ramificações das barbas.

As penas são distribuídas e implantadas em tratos (chamados pteriloses), intercaladas por espaços sem penas dentro ou entre tratos, chamados de aptérios. Geralmente, os tratos contêm penas de contorno e semiplumas, enquanto que os aptérios possuem penugens ou nenhuma pena.

Um importante aspecto a ser observado no desenvolvimento das penas é o fato destas não crescerem continuamente. Após alcançar o tamanho máximo e as características em função da idade e sexo, a pena permanece no folículo como uma estrutura queratinizada, até ser substituída naturalmente, acidentalmente ou artificialmente.

Na maioria das aves, as penas são substituídas uma a duas vezes por ano. Galinhas selecionadas para alta produção de ovos podem apresentar uma muda após um período típico de 12 meses de postura. Entretanto, algumas aves podem ter uma muda durante esse período de postura, enquanto galinhas de baixa produção em geral param de produzir ovos se a muda ocorrer nessa época (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).

A restrição de alimentos e água, associada a períodos de luminosidade (fotoperíodo) cada vez menor, faz com que um plantel inteiro deixe de pôr ovos e entre na muda (muda forçada). Após uma muda forçada e depois que os fotoperíodos e a alimentação são corrigidos, as galinhas normalmente entram em um novo período de postura, com melhora da produção de ovos. Apesar disso, o uso de mudas forçadas como recurso tornou-se controverso em parte pela restrição de alimentos e água necessários (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).



Você verá maiores detalhes sobre a utilização de muda forçada durante a disciplina de Manejo de Aves de Postura, prevista neste curso.

## 1.4 Conformação anatômica

Para finalizar esta aula, vamos lembrar que as aves são animais vertebrados, isto é, possuem como característica principal: medula espinhal e coluna vertebral (formada por vértebras). Como todo vertebrado, tem como unidade anatomofuncional a célula. Um conjunto de células da mesma natureza forma um tecido. A união de tecidos diferentes forma um órgão. Diversos órgãos reunidos formam um sistema ou aparelho.

Assim, nesta disciplina do curso de Avicultura, iremos estudar os seguintes sistemas em aves: esquelético, muscular, digestivo, respiratório, circulatório e reprodutor. Além disso, estudaremos também noções sobre a fisiologia desses sistemas, inclusive aspectos da fisiologia da termorregulação em aves.



Faça um exercício de observação: pegue uma pena (pode ser de galinha ou outra ave) e tente identificar a sua estrutura, conforme vimos anteriormente (Figura 1.5).

## Resumo

Nesta aula, você aprendeu os conceitos de Anatomia e Fisiologia e compreendeu a importância do estudo da anatomia e da fisiologia das aves domésticas para a avicultura. Também estudou sobre as características gerais das aves domésticas, sua conformação anatômica e seu exterior, identificando suas principais estruturas, relacionando com algumas práticas de manejo.

## Atividades de aprendizagem

1. O que significam os termos Anatomia e Fisiologia?
2. Quais as principais características das aves?
3. Quais as partes do exterior de uma galinha?
4. Quais os tipos de penas das aves?

# Aula 2 – Sistema esquelético

## Objetivos

Conhecer as características gerais do sistema esquelético das aves.

Definir a importância do sistema esquelético para o suporte e movimento das aves.

## 2.1 Características gerais do sistema esquelético

Vamos estudar agora o sistema esquelético das aves domésticas, que são animais vertebrados e possuem **endoesqueleto**, que é formado pelos ossos.

Os ossos dos vertebrados são de fundamental importância, pois proporcionam o suporte e o movimento do corpo, permitindo o deslocamento do animal para a sua alimentação e sobrevivência, a proteção da medula espinhal, do encéfalo e do coração, amortecendo impactos.

As aves são animais que possuem maior diferenciação do esqueleto, pelo fato de que ele é modificado para dar a ave o poder de voar. Seus membros anteriores estão completamente ajustados ao voo, enquanto as mandíbulas sem dentes se converteram num leve, mas robusto bico que a ave usa para se alimentar e realizar tarefas sensíveis, como por exemplo, 'pentear' as penas. Uma notória diferença nas espécies que voam é a grande quilha, projeção do esterno em que se encaixam os músculos das asas (VEIGA, 2001).

O esqueleto da galinha é composto de 160 ossos que servem de suporte. Do ponto de vista fisiológico, servem de reserva de Ca e P. Os ossos das aves são mais ricos em concentração mineral do que os de mamíferos e as cavidades medulares de muitos ossos longos e alguns chatos estão variavelmente deslocadas por espaços cheios de ar que tornam os ossos leves com relação ao seu tamanho e à sua força. Os ossos modificados dessa forma são denominados ossos pneumáticos (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).

A-Z

### Endoesqueleto

Significa o esqueleto interno dos animais vertebrados.

Abaixo você poderá ver uma imagem de microscopia eletrônica que mostra as cavidades dos ossos pneumáticos das aves (Figura 2.1).



**Figura 2.1: Pneumatização do osso de uma galinha**

Fonte: <<http://diariodebiologia.com/files/2011/06/001za.jpg>>. Acesso em: 5 nov. 2012.



Os sacos aéreos são estruturas que auxiliam tanto na respiração quanto na diminuição do peso do animal, auxiliando também no voo. Os sacos aéreos também podem estar envolvidos na regulação da temperatura corpórea.

A leveza e a resistência são os principais aspectos exibidos pela maior parte do esqueleto das aves. A resistência e rigidez se devem à fusão de alguns ossos, como no caso do crânio e a cinta pélvica. Em alguns casos ocorre a fusão e a supressão de ossos, como no caso dos ossos da asa e do membro pélvico. O esqueleto se torna leve por extensões de grande sistema de sacos aéreos dentro de muitos ossos. As extensões dos sacos aéreos substituem a medula óssea em muitos dos ossos dos membros, e extensões adicionais podem invadir partes do crânio, coluna vertebral e a cinta pélvica (GETTY, 1981).

## 2.2 Divisão do sistema esquelético das aves

O esqueleto das aves (Figura 2.2) pode ser dividido em esqueleto axial (crânio, coluna vertebral, costelas e esterno) e esqueleto apendicular (ossos dos membros e as cintas peitoral e pélvica).

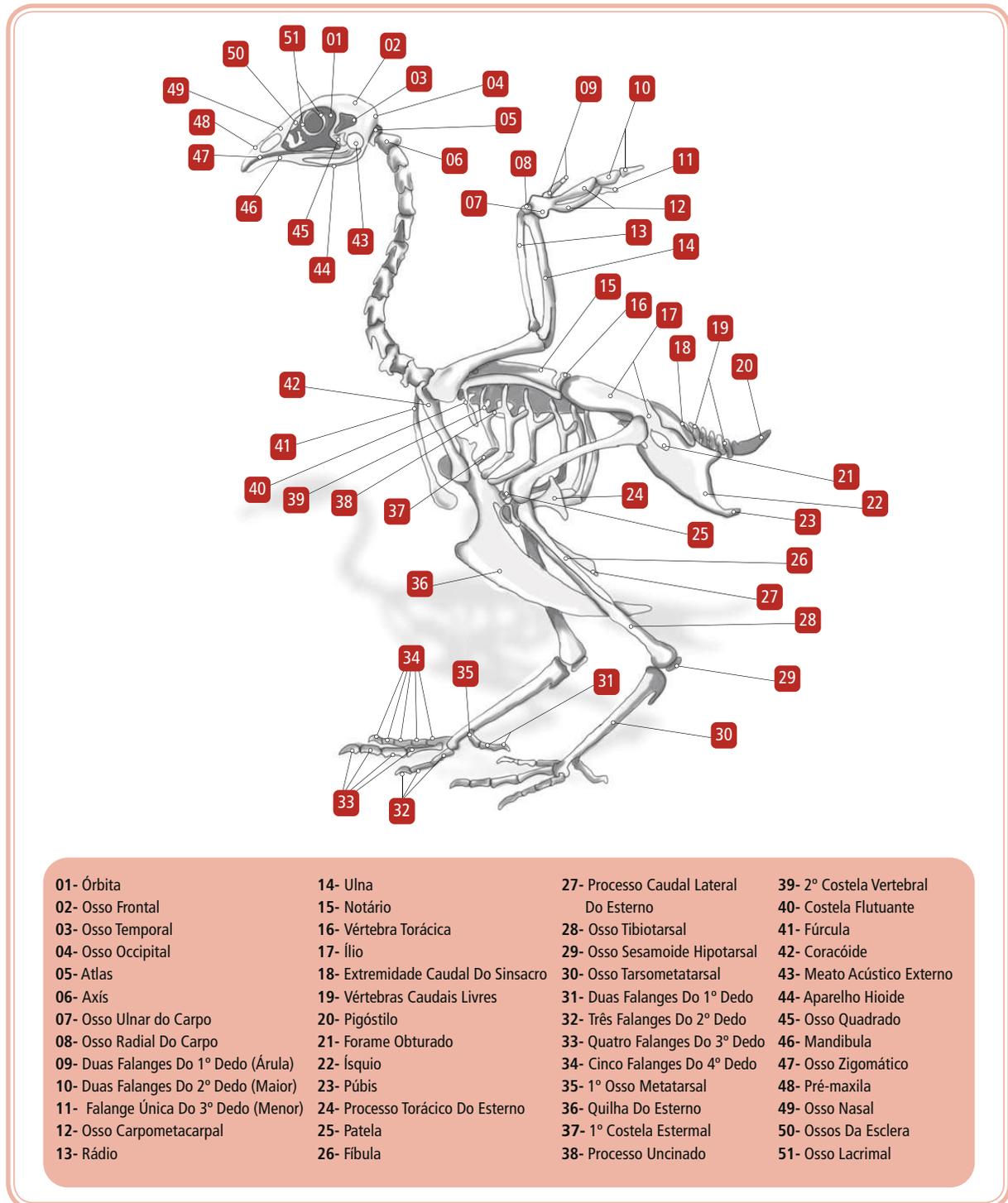


Figura 2.2: Esqueleto da galinha

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Frandson, Wilke e Fails (2011).



**Cinético**

É relativo ao movimento.

### 2.2.1 Crânio

As aves possuem um dos crânios mais altamente especializados entre os vertebrados existentes. Além da fusão dos principais elementos, devemos lembrar que existe a pneumatização do crânio por extensões epiteliais dos sacos aéreos dentro de muitas áreas, produzindo assim uma estrutura leve. Além disso, possuem um crânio **cinético**, em que a mandíbula superior é móvel, movendo-se para cima e para baixo, articulando-se com a caixa craniana através da articulação nasal-frontal.

As aves são notadas por seus olhos excepcionalmente grandes, que estão acomodados em órbitas equivalentemente grandes no crânio. As narinas externas das galinhas são denominadas de “holorrinais” e os ramos laterais dos ossos nasais encontram-se ventralmente com as maxilas, que são reduzidas quando comparadas a outros vertebrados (GETTY, 1981).

A parte caudal do crânio é formada por vários ossos, que estão fundidos no animal adulto. A mandíbula inferior possui cinco ossos que contribuem para a sua formação, mas no adulto suas suturas estão obscurecidas pela ossificação.

### 2.2.2 Coluna vertebral

O crânio articula-se com o atlas, a primeira das vértebras cervicais, que são dezoito, (incluindo o atlas e o eixo – nos galináceos, as duas últimas possuem segmentos vertebrais de costela).

A coluna vertebral das aves compreende vértebras divididas em cervicais, torácicas, lombares, sacrais e caudais, como nos mamíferos, mas as da região torácica estão parcialmente fundidas no notário, enquanto, na região lombossacral, 14 a 15 vértebras estão fundidas no sinsacro. As últimas vértebras caudais estão fundidas no pigóstilo, que fornece uma massa sólida para estabilidade das penas da cauda (ver Figura 2.2). As aves possuem um número maior de vértebras cervicais com relação aos mamíferos, as quais são responsáveis pela notável flexibilidade do pescoço das aves; sendo que as galinhas possuem 14 vértebras cervicais (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).

### 2.2.3 Costelas

Há sete pares de costelas verdadeiras (exceto a primeira e a última, que possuem processos **uncinados** sobrepostos a elas, o que fornece rigidez a caixa de costelas) que se articulam com o esterno.

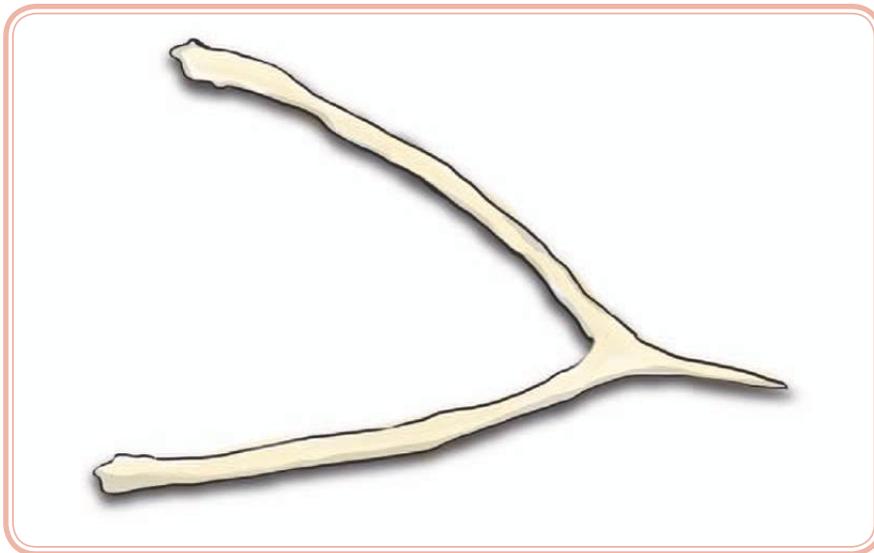
### 2.2.4 Esterno

Também conhecido como osso do peito, é extenso e apresenta uma grande calha direcionada ventralmente, conhecida como quilha, que serve de suporte aos principais músculos do voo (peitorais e supracoracoídeos).

Cuidado na contenção da ave para não impedir o movimento de dobradiça do esterno, pois isso impossibilita a ventilação adequada do pulmão.

### 2.2.5 Cinta peitoral e cinta pélvica

A cinta peitoral também é chamada de cingulo peitoral, é composta de três pares de ossos que sustentam as asas. Elas são formadas pelas clavículas fundidas (denominadas de fúrcula), os coracoides e a escápula.



**Figura 2.3: Osso do desejo ou da sorte: fúrcula**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <<http://bantams.the-kozaks.com/Bones/Furcula.JPG>>. Acesso em: 5 nov. 2012.

As clavículas são ossos delgados e semelhantes a hastes que estão ventralmente fundidos em uma lâmina achatada (hipocleidio). Os coracoides são ossos, sendo invadidos pelos sacos aéreos claviculares. A escápula é longa e plana, estendendo-se caudalmente paralela à coluna vertebral.

**A-Z**

**Uncinado**

Significa que tem a forma de unha ou gancho.



As clavículas direita e esquerda nas aves estão fundidas em um único osso, conhecido comumente como "osso do desejo" ou "osso da sorte" (Figura 2.3), mas que em termos anatômicos é denominado fúrcula e age como um suporte ósseo para manter a distância entre os dois ombros.

A cinta pélvica (ou cingulo pélvico) é formada pela fusão de três ossos que são separados no embrião: o ílio, o ísquio e o púbis. Os ílios também se fundem com o sinsacro. O acetábulo, que está situado entre o ílio e o ísquio, é perfurado e acomoda a cabeça do grande fêmur (osso da coxa).



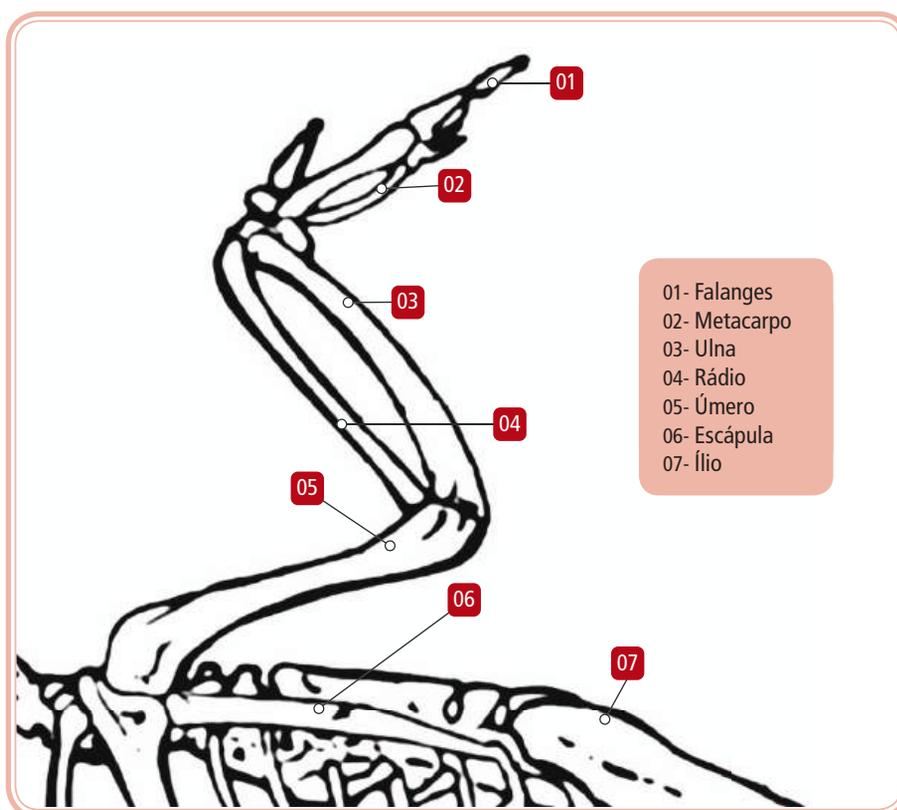
Antes de prosseguirmos com nosso estudo, é importante você voltar à Figura 2.2 e rever os ossos que já foram vistos até então, desde os ossos do crânio até os ossos presentes nas cintas peitoral e pélvica da galinha. Depois disso, enumere os ossos encontrados na cinta pélvica das aves.

## 2.2.6 Membros

Já os ossos dos membros (Figuras 2.4 e 2.5), compreendem-se em: úmero (o maior osso da asa) e fêmur (ambos ossos pneumáticos), rádio e ulna (ossos do antebraço, sendo este último o maior), fíbula e tibia (o maior dos ossos da perna), patela, carpometacarpo (fusão do segundo, terceiro e quarto metacárpico), falanges da mão (o terceiro dígito possui duas e o segundo e o quarto possuem uma), tarsometatarso (segundo, terceiro e quarto dígitos) e falanges do pé (o segundo, terceiro e quarto dígitos contêm duas, quatro e cinco falanges, respectivamente) (GETTY, 1981).

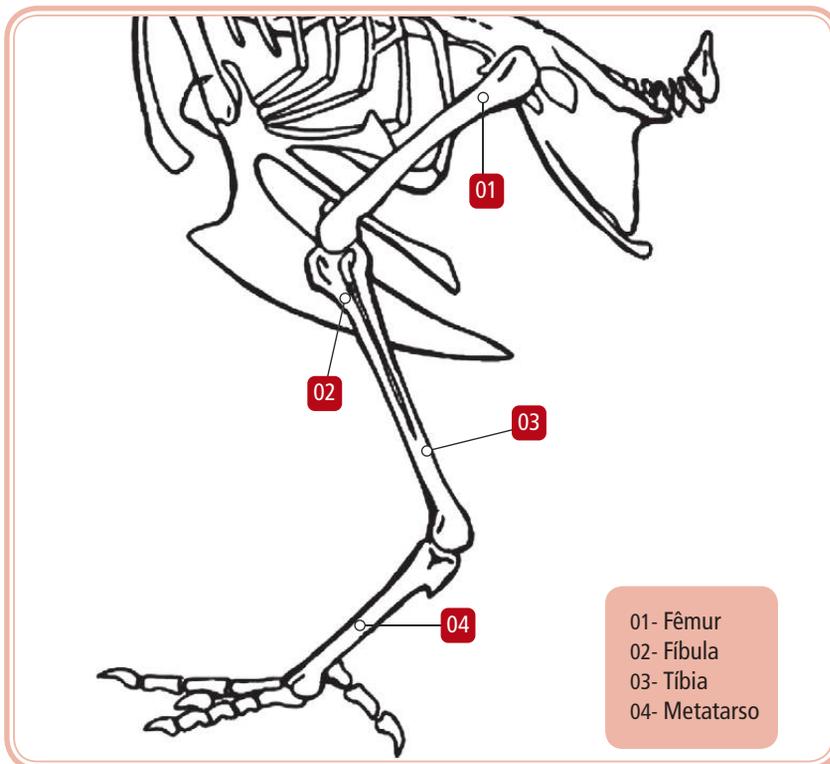


Para fixar um pouco mais o conhecimento desta unidade, você pode acessar o link <<http://bantams.the-kozaks.com/Bones/index.html>> e visualizar os principais ossos das aves. Mesmo o material estando em inglês, você conseguirá identificar os ossos estudados nesta aula.



**Figura 2.4: Ossos dos membros anteriores da galinha.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Cantor, Pescatore e Jacob (2011).



**Figura 2.5: Ossos dos membros posteriores da galinha.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Cantor, Pescatore e Jacob (2011).

## Resumo

Nesta aula, você pode estudar as características gerais do sistema esquelético das aves, percebendo a importância do sistema esquelético para o suporte e movimento das aves, bem como para a respiração das mesmas. Pode reconhecer os nomes de vários ossos e sua importância na constituição global do corpo das aves.

## Atividades de Aprendizagem

1. Quais as principais funções do esqueleto das aves?
2. Como pode ser dividido o esqueleto das aves domésticas?
3. O que são os ossos pneumáticos?
4. Faça uma lista com os nomes dos ossos que fazem parte dos membros anteriores e posteriores das aves domésticas.



# Aula 3 – Sistema muscular

## Objetivos

Reconhecer as características gerais do sistema muscular das aves e sua relação com o desenvolvimento do animal.

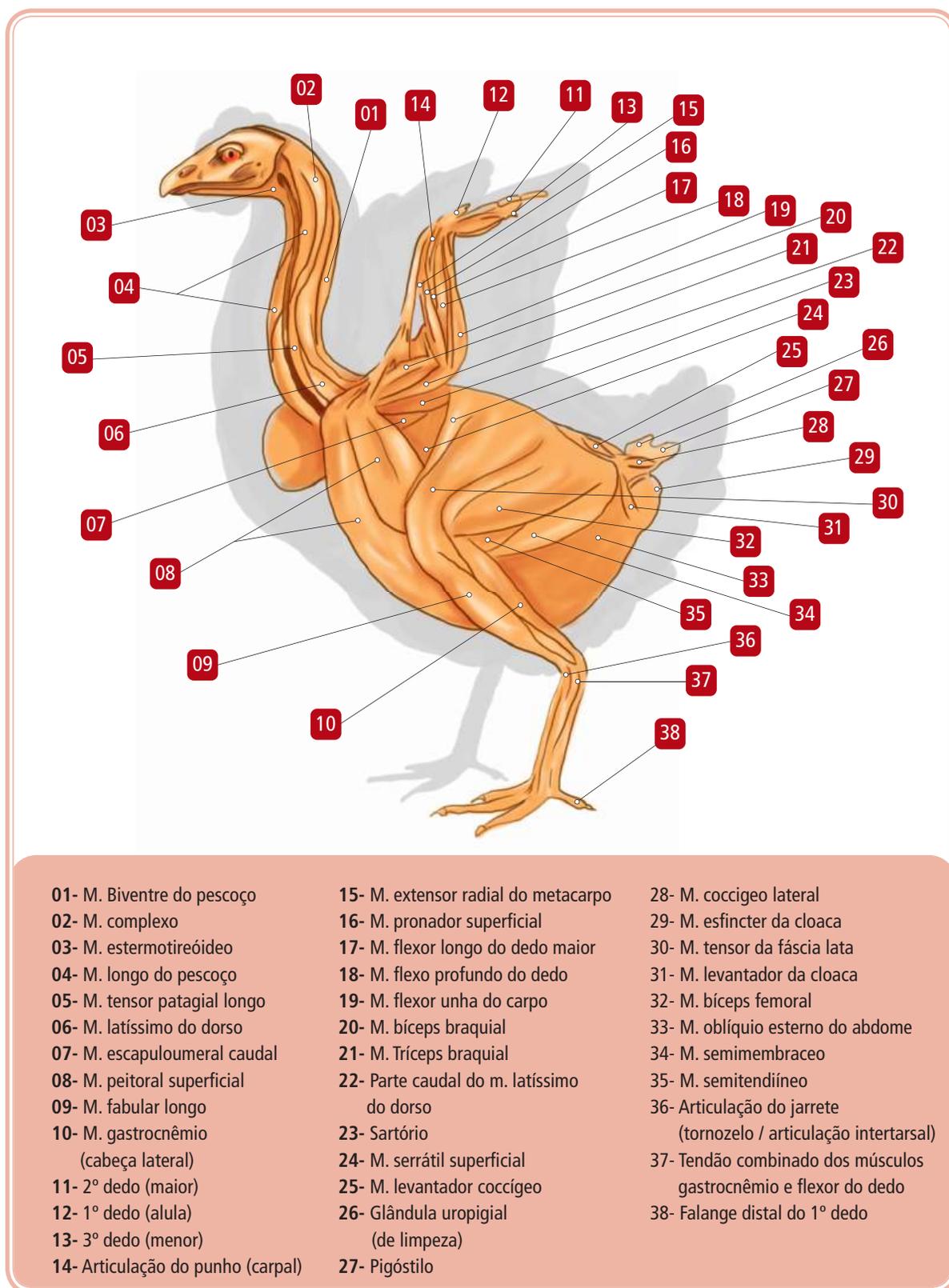
Identificar os principais músculos que estão relacionados com as partes comestíveis do corpo das aves.

## 3.1 Características gerais do sistema muscular

Vamos conhecer agora as características gerais da musculatura das aves, que corresponde, em média, a 75% do peso das mesmas.

Os músculos auxiliam na locomoção, resistência e desenho corporal das aves domésticas e funcionam em pares. O principal componente do músculo é a água, sendo superior a 70% da sua composição (GONZALES; SARTORI, 2002).

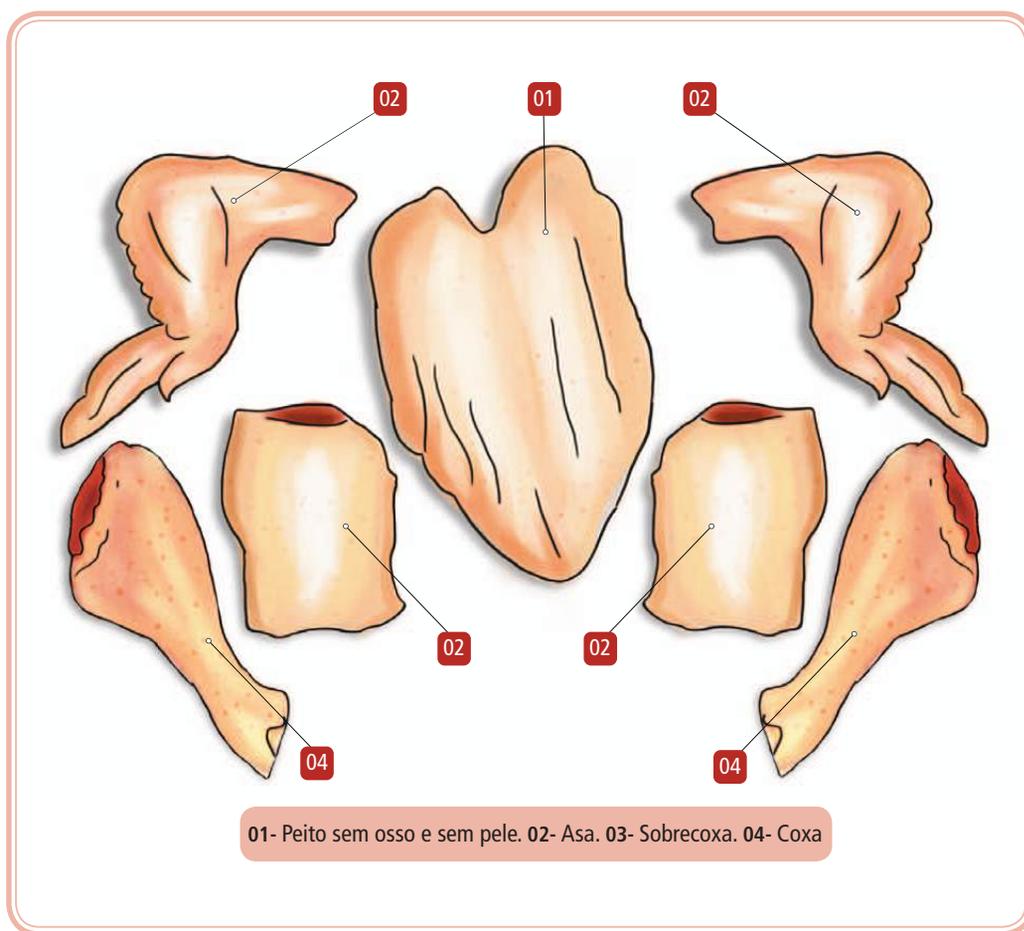
Conforme você pode observar na Figura 3.1, os músculos em sua grande maioria estão localizados na região do peito e coxa das galinhas e frangos de corte, pois é onde estão inseridas as asas e as pernas, e são esses músculos que movimentam as asas pra o voo e as pernas para locomoção do animal.



**Figura 3.1: Sistema muscular da galinha**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Frandson, Wilke e Fails (2011).

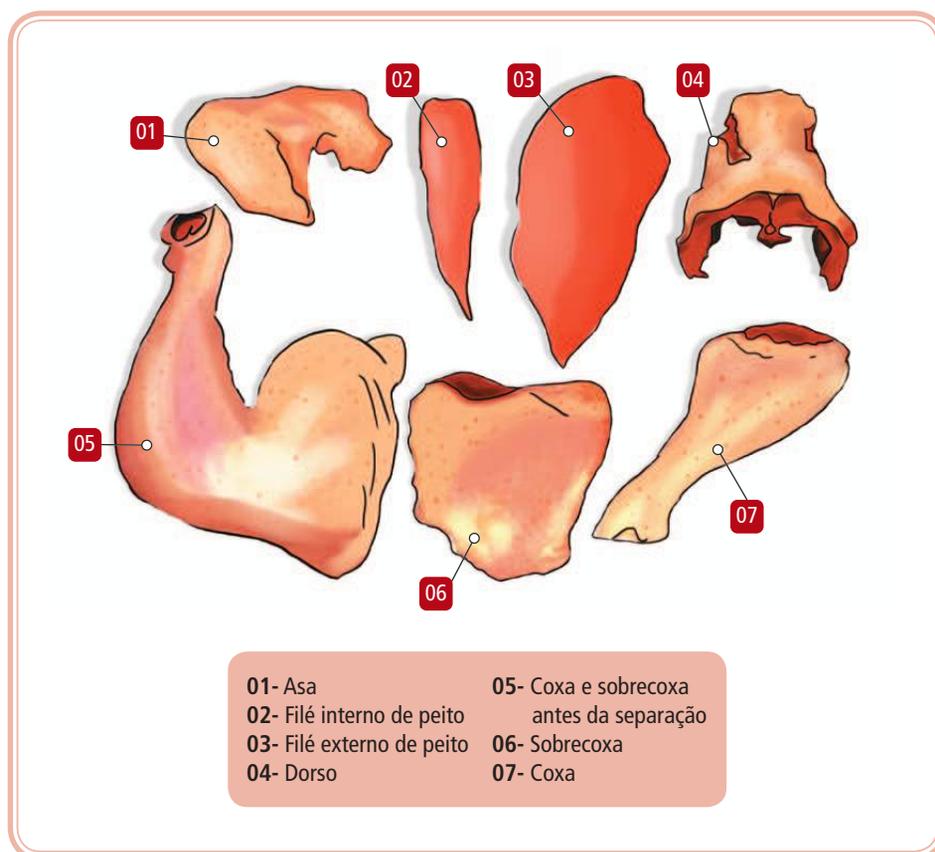
Todos os animais têm três tipos de músculos: liso, cardíaco e esquelético. O músculo liso é controlado pelo sistema nervoso autônomo (movimentação involuntária) e é encontrado nos vasos sanguíneos, moela, intestinos e órgãos. O músculo cardíaco é o músculo especializado do coração. O músculo esquelético é o tipo de músculo responsável para a forma da galinha, seu movimento é voluntário. A carne de frango que você come representa o músculo esquelético (Figura 3.2).



**Figura 3.2: Partes da carcaça de um frango de corte: 1. peito sem osso e sem pele; 2. asa; 3. sobrecoxa; 4. coxa.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Figueiredo e Albino (1999).

Como a criação de aves foi intensificada para a produção de carne, houve uma procura maior por cortes de carnes nobres, com isso ocorreu um aumento em sua massa muscular através do melhoramento genético, o que privou a habilidade de voo das galinhas domésticas (Figura 3.3, mostrando partes nobres como o filé do peito).



**Figura 3.3: Partes mostrando filés: 1. asa; 2. filé interno de peito; 3. filé externo de peito; 4. dorso; 5. Coxa e sobrecoxa antes da separação; 6. sobrecoxa; 7. coxa.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Figueiredo e Albino (1999).

## A-Z

### Mioglobina

É o pigmento vermelho do músculo dos animais vertebrados.



## 3.2 Músculos das aves

A carne do frango é considerada carne branca. A cor da carne está diretamente relacionada à composição das fibras musculares, a quantidade de hemoglobina e também a um pigmento chamado **mioglobina**.

Para os animais se movimentarem, as células musculares geram energia a partir do oxigênio e do açúcar provenientes da corrente sanguínea. Além disso, há uma reserva de açúcar, oxigênio e mioglobina dentro do próprio músculo. Dessa forma, quanto mais mioglobina houver num pedaço de carne, mais vermelho ele será. Os músculos responsáveis pela locomoção dos animais costumam ter mais mioglobina do que os músculos de outras partes do corpo.

Os músculos das aves são ricos em fibras aeróbicas vermelhas (tipo I, com muita mioglobina) e comuns em aves que voam muito. Já em aves que não voam bem, como no caso das galinhas e frangos, os músculos são ricos em fibras anaeróbicas glicolíticas esbranquiçadas (tipo II, que tem uma conversão de energia rápida).

Observe a coloração de um peito de frango sem pele e da coxa (ambos crus). Já reparou como o peito do frango é mais “branquinho” do que as coxas? O músculo do frango contém fibras do tipo II, chamadas de fibras rápidas. São pobres em mioglobina, estão presentes em músculos adaptados às contrações rápidas e fortes. A coloração é mais branca por ser uma região com muitas fibras rápidas. O peito é o músculo responsável pelo movimento das asas, um movimento rápido e de duração curta.



Os músculos das aves podem ser didaticamente agrupados da seguinte forma: músculos cutâneos; músculos mandibulares e hióideos; músculos axiais, inclusive os da cauda e da cloaca; músculos do tórax e do abdome e os músculos dos apêndices (membros peitoral e pélvico) (BERGE, 1981)

A seguir, vamos citar alguns exemplos de músculos encontrados nas aves. Muitos termos podem não ser comuns a você, mas vamos tentar simplificar sem perder nossos objetivos.

Os músculos estriados associados à pele das aves, principalmente das áreas onde se inserem as penas, os tratos ou ptéilas, constituem a musculatura cutânea das aves. Incluem-se os músculos da cabeça e pescoço e são bastante superficiais e de difícil separação. Alguns exemplos: músculo constritor cervical e músculo cucular (músculos cutâneos do pescoço e da nuca), entre outros.

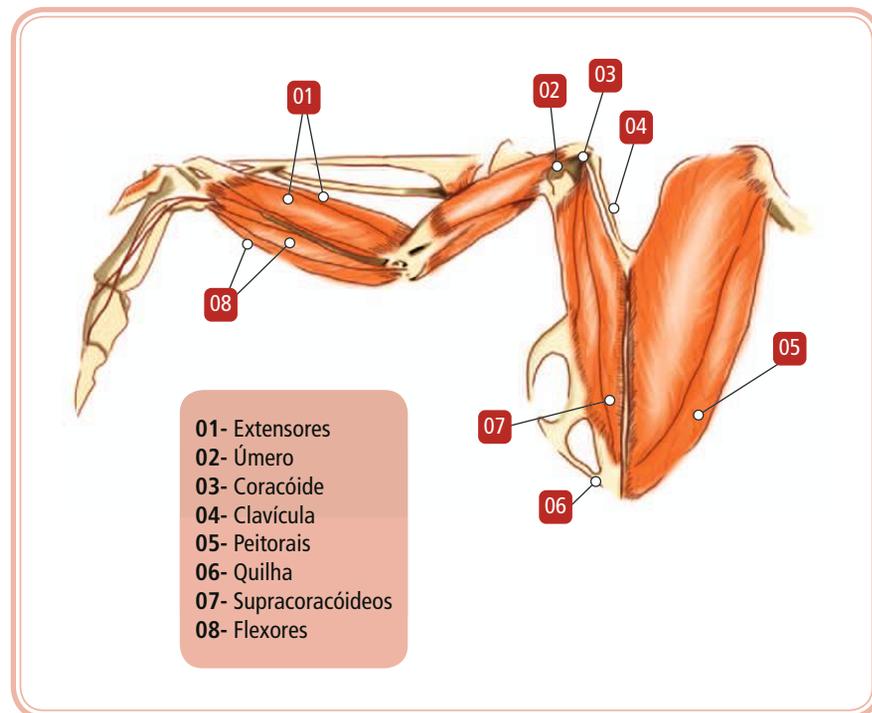
Os músculos das mandíbulas e do aparelho hioideo estão relacionados ao movimento do crânio da ave, especialmente da mandíbula, dos movimentos da língua e mecanismo da deglutição. Alguns exemplos: músculo depressor da mandíbula, músculo adutor da mandíbula, músculo intermandibular, entre outros.

Os músculos axiais estão ligados às vértebras e costelas, relacionados aos movimentos do pescoço, da cabeça, elevação do tórax, entre outros movimentos. Alguns exemplos: músculos dorsais, musculatura cervical lateral, músculos ventrais, músculos pós-craniais da cabeça.

Além disso, têm-se os músculos da cauda e da cloaca, que participam dos movimentos da própria cauda, do voo (nas aves que voam), nas atividades como acasalamento e exibição territorial, cópula, postura, defecação, equilíbrio e outras atividades similares.

Os músculos do tórax e do abdome compreendem aqueles que auxiliam no processo de respiração (inspiração e expiração), tais como: músculos elevadores costais, escaleno, transverso abdominal, reto abdominal entre outros (Figura 3.4).

O músculo peitoral é o mais volumoso dos músculos das aves, formando grande parte da massa carnosa associada ao peito. É responsável pelo movimento das asas para baixo. Já o músculo supracoracoideo é responsável pelo movimento para cima. Esses dois pares de músculos juntos correspondem de 25 a 35% da massa muscular.



**Figura 3.4: Músculos do tórax e abdome**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Del Hoyo et al (1992).

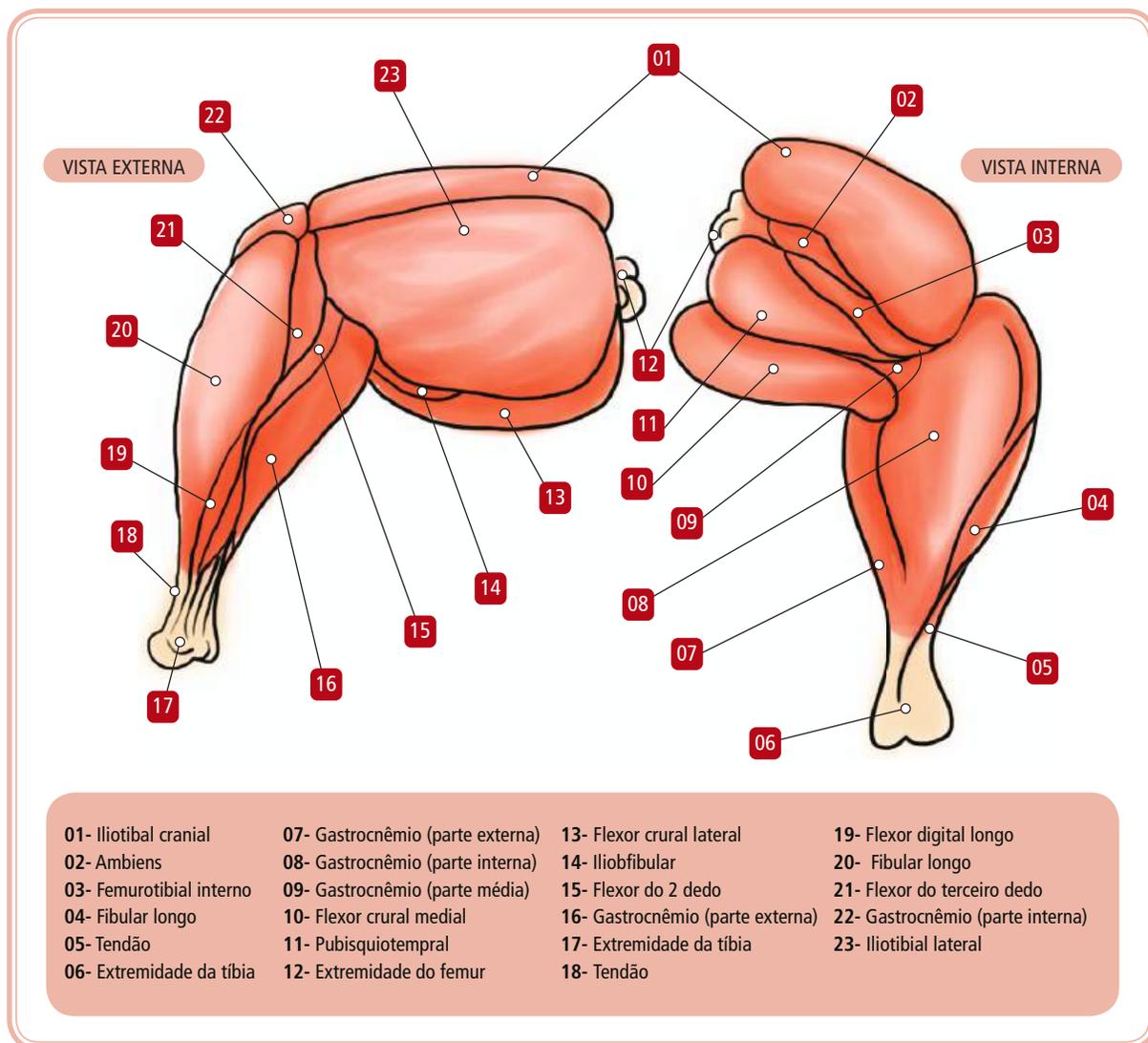
Os músculos dos apêndices estão relacionados aos músculos do cingulo peitoral e do membro torácico, musculatura do cingulo e do braço, músculos do antebraço e da mão, músculos do membro pélvico e músculos curtos do tarsometatarso e dos dedos.

Os músculos do membro pélvico são divididos em musculatura do cingulo (inclui a musculatura da coxa) e a musculatura da perna. Os músculos mais importantes são: músculos iliotibial lateral e cranial, que se localizam na face lateral da coxa e os músculos gastrocnêmio e fibular longo, que se localizam na face caudal e lateral da perna, respectivamente.



A região da sobrecoxa é, na verdade, um termo popular. A sobrecoxa corresponde à região da coxa (se compararmos com o humano seria a região acima do joelho). A coxa (no dito popular) corresponde à região da perna (abaixo do joelho no homem).

Na Figura 3.5 estão detalhados os músculos da coxa e sobrecoxa do frango. Observe o músculo gastrocnêmio, o maior músculo da coxa da ave e é o mesmo que forma nossa panturrilha (ou “barriga da perna”).



**Figura 3.5: Detalhe dos músculos da coxa e sobrecoxa do frango**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Amabis e Martho (2001).

Em relação ao frango utilizado para alimentação, quais são as partes comestíveis de sua preferência? Quais os nomes dos músculos equivalentes a essas partes?





Para saber um pouco mais sobre os cortes tradicionais caseiros de aves e sua relação com os músculos estudados nesta aula, acesse o link: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/itav012.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/itav012.pdf)> e leia a Instrução Técnica da Embrapa, que traz orientações para o consumidor com relação ao cuidado com o abate das aves para o consumo familiar.

## Resumo

Nesta aula, você estudou as características gerais do sistema muscular das aves e, assim, pôde relacionar essas características com o desenvolvimento do animal. Também pôde identificar os principais músculos que estão relacionados às partes comestíveis das aves.

## Atividades de aprendizagem

1. Quais os três tipos de músculos presentes nas aves?
2. Quais os principais músculos encontrados no tórax e no abdômen das aves?
3. Quais os maiores músculos encontrados na coxa e sobrecoxa dos frangos?

# Aula 4 – Sistema digestório

## Objetivos

Caracterizar o sistema digestório das aves.

Listar as principais estruturas do sistema digestório e suas funções.

Relacionar os aspectos da fisiologia do sistema digestório com o processo digestivo das aves.

## 4.1 Características gerais do sistema digestório

Vamos agora conhecer as características gerais do sistema digestório das aves, que se diferenciam dos mamíferos, principalmente na área da boca, pela presença do bico, do papo e da moela, também chamada de estômago muscular.

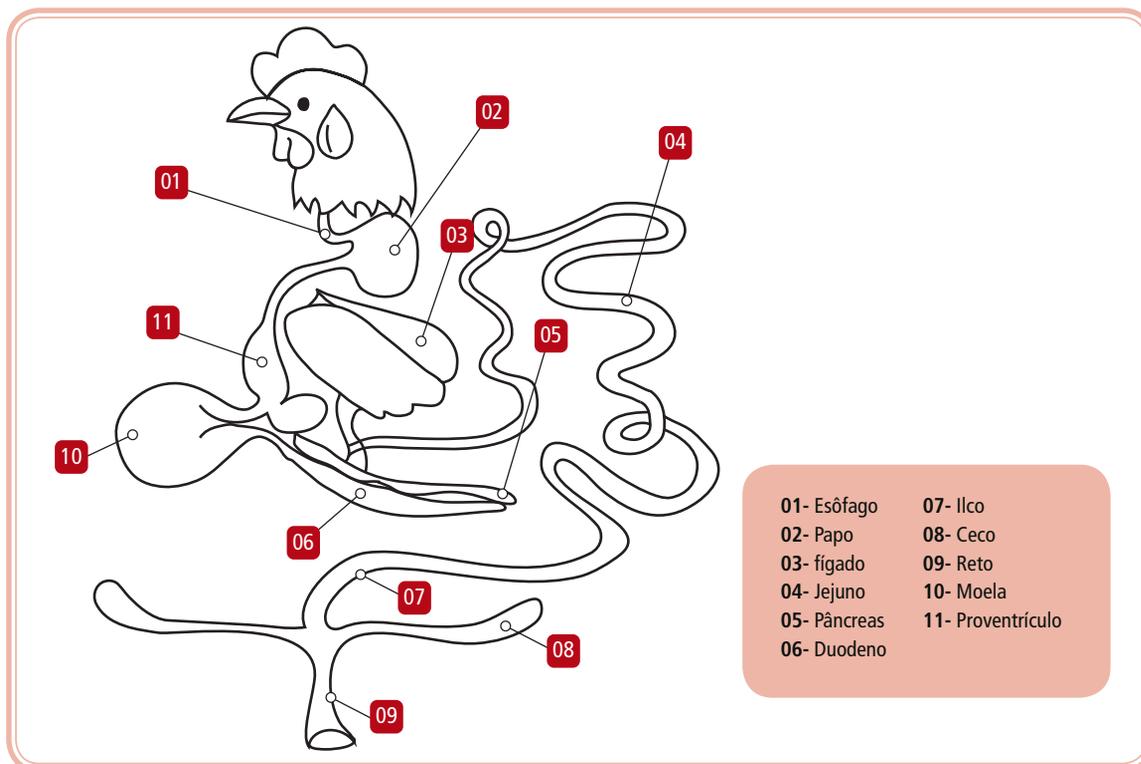


Figura 4.1: Sistema digestório das aves.

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Albino e Tavernari (2010).

## A-Z

### Palato

Separa a cavidade oral da porção nasal da faringe e é dividido em duas regiões: palato duro (céu da boca) e palato mole (véu palatino), que não existe na maioria das aves.



As dimensões do trato digestivo das aves variam consideravelmente entre as espécies, dependendo dos hábitos alimentares. Nos galináceos adultos, o comprimento de todo trato pode ser de 210 cm ou mais.

A boca e a faringe não são bem delimitadas nas aves e, na maioria das espécies, não há palato mole. O **palato** duro comunica-se com as cavidades nasais e apresenta uma fenda longitudinal.

Os dentes estão ausentes e suas funções são realizadas pelo bico e pela moela, havendo uma grande variedade de adaptações do bico e da língua. As glândulas salivares e papilas gustativas estão presentes, em localização e número variáveis.

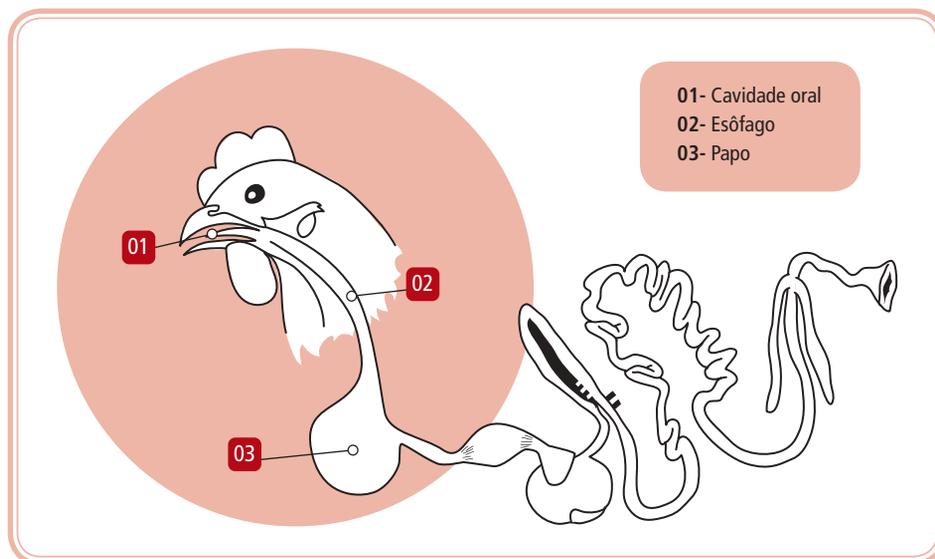
O sistema digestório das aves de corte e postura apresentam características estruturais que possibilitam a ingestão de alimento, passagem de alimento pelo trato, alterações físicas e químicas do alimento e absorção dos produtos da digestão (BOLELI, MAIORKA, MACARI, 2002).

As estruturas que compõem o sistema digestório das aves são: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestinos e glândulas anexas (fígado e pâncreas), e vamos falar delas com mais detalhes nos próximos itens.

Agora, dê uma pausa, tome uma água ou um café antes de iniciarmos os próximos itens.

## 4.2 Cavidade oral

Agora que você já conheceu as características gerais do sistema digestório das aves, vamos começar a falar um pouco mais sobre as principais estruturas e suas funções, começando pela cavidade oral (Figura 4.2).



**Figura 4.2: Cavidade oral, esôfago e papo.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Frandson, Wilke e Fails (2011)

A cavidade oral consiste no bico, língua, glândulas salivares e faringe. O bico é uma estrutura que faz parte da epiderme da ave (conforme já vimos na Aula 1), queratinizada e seu formato determina o tipo e tamanho de alimento a ser ingerido pela ave, possibilitando a apreensão do mesmo.

Galinhas e frangos não precisam golpear seu alimento, ao contrário de outras aves. Porém, devido ao pequeno tamanho desse alimento (ração em farelo ou **pellet**), devem forragear rapidamente.

A língua é formada por músculos que possibilitam a participação no processo de apreensão e deglutição dos alimentos. Existem nela papilas tácteis e gustativas que auxiliam a ave na escolha do alimento. O formato anatômico da língua é similar ao do bico, sendo estreita e pontiaguda em galinhas e frangos de corte.

O conjunto de glândulas salivares abre seus canais na cavidade bucal, derramando quantidade considerável de saliva para umidificar o alimento. A saliva é formada por água, eletrólitos, muco e enzimas.

A faringe restringe-se a um curto segmento que une a cavidade oral ao esôfago e que contém a abertura da laringe (glote), abertura para cavidade nasal (coanas) e abertura para ouvido (infundibular).

### 4.3 Esôfago e papo

Na sequência do sistema digestório, temos o esôfago e o papo, que são responsáveis pela condução do alimento ingerido da faringe até o proventrículo e pela reserva ou estocagem do mesmo, respectivamente. O esôfago é um tubo relativamente longo com grande capacidade para se distender. Há presença de glândulas mucosas que secretam muco para amolecer os alimentos.

O **papo** é um órgão primariamente de armazenagem de alimento, possui grande capacidade de dilatação, podendo, quando cheio, atingir um tamanho bem maior do que quando vazio. Ele permite que a ave consuma uma grande quantidade de ração em um curto período e faça a digestão posteriormente. O papo regula parcialmente a entrada do alimento ingerido na moela (Figura 4.2).



Estrutura queratinizada do bico significa que ele é formado por um tipo de proteína estrutural chamada de queratina. A queratinização do bico é um processo de ressecamento e endurecimento das células superficiais, que o torna mais forte e resistente. A queratina também é responsável pela formação da lã, dos pelos, chifres e cascos em alguns mamíferos.



Na parte dorsal do bico do pinto recém-nascido há uma pequena saliência córnea, que é utilizada para quebrar a casca do ovo na eclosão (bicagem) e que desaparece pouco tempo depois.



**Pellet**  
Ração *pellet* significa ração granulada.

**Papo**  
O papo também recebe o nome de inglúvio.

## 4.4 Proventrículo e moela

Em aves, o processo de digestão tem início no estômago, o qual é dividido em 2 partes funcionalmente distintas: o proventrículo (ou estômago glandular) e a moela (ou estômago muscular ou ventrículo).

O proventrículo é responsável pela secreção de enzimas e ácidos. Ele funciona primordialmente na secreção, embora também possa ter uma função de armazenamento nas aves que não têm papo e em algumas espécies que se alimentam de peixes. Também participa de forma determinante na dissolução dos minerais (dependente do ácido clorídrico), assim como na digestão de algumas proteínas.



Antigamente usava-se pedrisco para ajudar nesse processo de trituração dos alimentos. Hoje em dia, como as rações são adequadamente moídas, os mesmos não são necessários.

Do proventrículo, o alimento passa para a moela, um órgão muscular que tritura e mistura o alimento ao suco gástrico. A moela apresenta uma musculatura altamente desenvolvida, cujas contrações são responsáveis pela trituração do alimento ingerido. Na moela, continua a digestão, como resultado das secreções do proventrículo.



Vamos revisar o que foi visto até então, relacionando a coluna 1 (estruturas do sistema digestório) com a coluna 2 (função das estruturas):

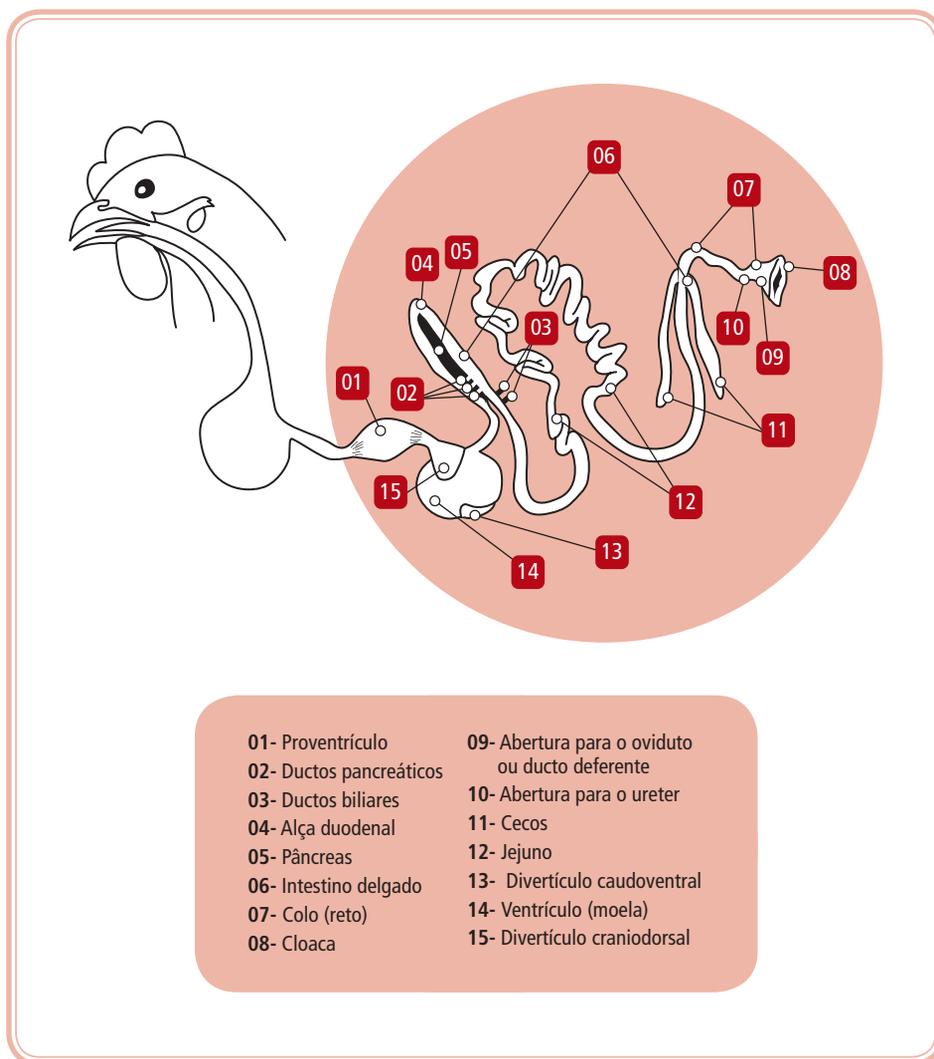
Estrutura do sistema digestório	Função
1. Bico e língua	( ) Condução do alimento e armazenagem
2. Esôfago e papo	( ) Seleção e apreensão dos alimentos
3. Proventrículo	( ) Trituração do alimento ingerido e mistura com ácidos e enzimas.
4. Moela	( ) Secreção de enzimas e ácidos que irão auxiliar a digestão.

## 4.5 Intestinos e glândulas anexas

Vamos continuar estudando as estruturas do sistema digestório, falando agora dos intestinos e glândulas anexas.

O intestino das aves pode ser dividido em intestino delgado e grosso. Vamos começar falando do intestino delgado.

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes (BOLELI, MAIORKA, MACARI, 2002) e está dividido em: duodeno, jejuno e íleo (Figura 4.3).



**Figura 4.3: Estômagos, intestinos e glândulas anexas.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Frandson, Wilke E Fails (2011).



A decomposição bacteriana da celulose (presente nos alimentos de origem vegetal) ocorre nos cecos, mas a digestão cecal tem pouca importância nas aves domésticas de criação que recebem alimentos altamente digeríveis.



Emulsificar gorduras significa misturá-las com a bile, para que as enzimas produzidas no pâncreas possam exercer seus efeitos. Essa mistura quebra as grandes gotas de gorduras em várias gotas menores chamadas de micelas, aumentando a superfície de contato com as enzimas digestivas.



#### **Bilobado**

Dividido em dois lobos.



A insulina e o glucagon são hormônios reguladores da glicemia e do metabolismo, atuando de forma antagônica, ou seja, possuem atividade fisiológica inversa. Enquanto a insulina atua na absorção de glicose diminuindo sua concentração no sangue, o glucagon faz aumentar a glicose da corrente sanguínea pela quebra do glicogênio (substância de reserva energética).

O duodeno consiste na porção intestinal localizada logo após o proventrículo, facilmente distinguido pelas demais regiões do intestino pela posição do pâncreas. No duodeno abrem-se os canais biliares (provenientes da vesícula biliar) e pancreáticos (provenientes do pâncreas), que conduzem seus respectivos sucos para dentro do intestino.

O jejuno é a região mais longa do intestino delgado e encontra-se disposto em várias alças. O íleo continua a partir do jejuno, delimitado posteriormente pelo ponto de ligação cecos-cólico ao intestino.

Localizado na junção dos intestinos grosso e delgado estão os cecos que, nas aves, em geral são em número par, ao contrário dos mamíferos. Suas dimensões são influenciadas pelos hábitos alimentares e eles não estão presentes em todas as espécies.

O intestino grosso das aves é relativamente curto e não é bem demarcado em reto e cólon, como nos mamíferos. Nele existe a absorção de água e eletrólitos que contribui para o equilíbrio hidroeletrolítico da ave.

O intestino grosso se estende caudalmente como um tubo, quase reto até a cloaca, que é uma estrutura dilatada, em formato de bolsa, em que desembocam o intestino grosso, ureteres e ductos do sistema reprodutivo.

As glândulas anexas são o fígado e o pâncreas. O fígado é **bilobado** e relativamente grande na maioria das aves; tem como funções a estocagem de carboidratos, gorduras, vitaminas e a secreção de bile (suco biliar). A bile contém sais e outros componentes que emulsificam as gorduras presentes no intestino delgado e é armazenada na vesícula biliar, presente na galinha, pato e ganso, mas não no pombo.

O pâncreas consiste, no mínimo, em três lobos e suas secreções atingem o duodeno através de três ductos. Possui funções endócrinas (síntese de insulina e glucagon liberados no sistema circulatório) e funções exócrinas (suco pancreático liberado nos ductos).

Vamos lembrar... quais as divisões do intestino delgado e do intestino grosso?



## Resumo

Nesta aula, você pode conhecer as características gerais do sistema digestório das aves e suas principais estruturas: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestinos e glândulas anexas (fígado e pâncreas). Você também entendeu qual a função de cada estrutura e como elas estão relacionadas entre si e no processo digestivo como um todo.



Para conhecer um pouco mais sobre o tema desta aula, você pode acessar o *link* abaixo, da Universidade Federal Fluminense e ler a parte relativa à digestão das aves dentro do texto "Digestão nos animais domésticos".  
Disponível em: <[http://www.proac.uff.br/fisiovet/index.php?option=com\\_content&task=view&id=186&Itemid=152](http://www.proac.uff.br/fisiovet/index.php?option=com_content&task=view&id=186&Itemid=152)>.  
Acesso em: 24 set. 2012.

## Atividades de Aprendizagem

1. Quais as principais características do sistema digestório das aves que se diferenciam dos mamíferos?
2. Quais as estruturas do sistema digestório das aves?
3. Quais as funções do papo e da moela?
4. Quais as diferenças entre o intestino delgado e intestino grosso?
5. Cite duas glândulas anexas do sistema digestório das aves?



# Aula 5 – Sistema respiratório

## Objetivo

Conhecer as características gerais do sistema respiratório das aves, suas funções e sua relação com o bem-estar delas.

## 5.1 Características gerais do sistema respiratório

A compreensão do sistema respiratório das aves é importante para o monitoramento da saúde e, por conseguinte, do bem-estar do aviário de modo geral. O conhecimento da anatomia do sistema respiratório e de seu funcionamento irá ajudá-lo no reconhecimento e na tomada de decisões para resolução de um problema com certa antecedência.

O sistema respiratório das aves apresenta algumas características peculiares entre os vertebrados, tanto na sua estrutura como na forma de desempenhar sua função, que é a de captar oxigênio e liberar gás carbônico. Outra função desse sistema que é comum às outras aves também é a eliminação de calor para **detoxificar** produtos do metabolismo e vocalização (MACARI; GIVISIEZ, 2002).

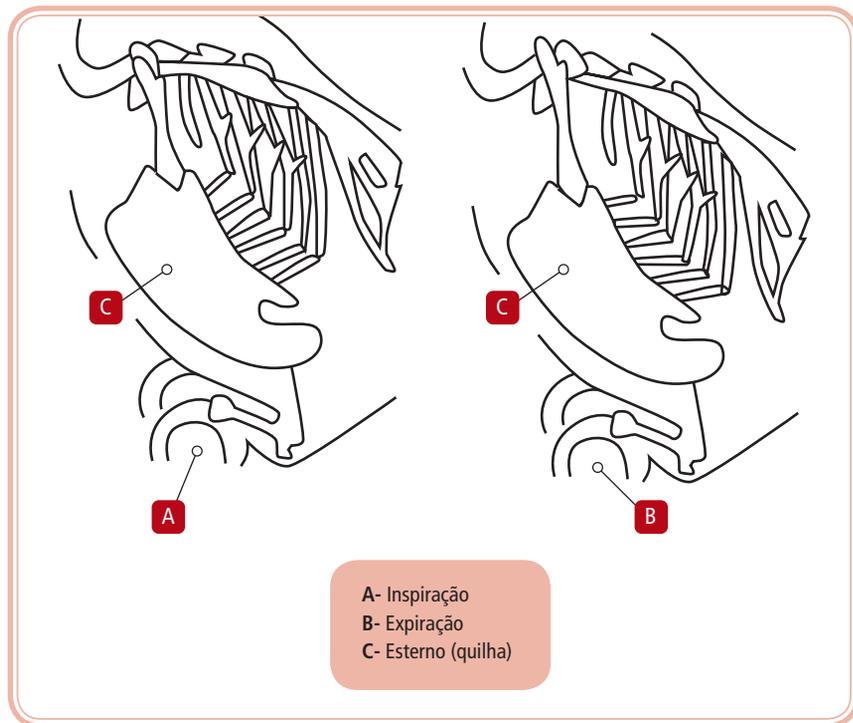
Além disso, o sistema respiratório das aves é diferente dos outros vertebrados, pois possuem pulmões pequenos e pouco elásticos, isto é, mudam pouco de tamanho durante a ventilação. Outra característica peculiar é que possuem nove bolsas de ar (sacos aéreos), que desempenham um papel importante na respiração, porém não estão diretamente envolvidas na troca de gases.

O mecanismo respiratório propicia a entrada do ar, através da inspiração, e a saída do ar, através expiração. Esses movimentos respiratórios acontecem com o auxílio dos sacos aéreos, dos músculos abdominais e do osso esterno (Figura 5.1).

A-Z

### Detoxificar

Retirar substâncias potencialmente tóxicas de dentro do organismo.



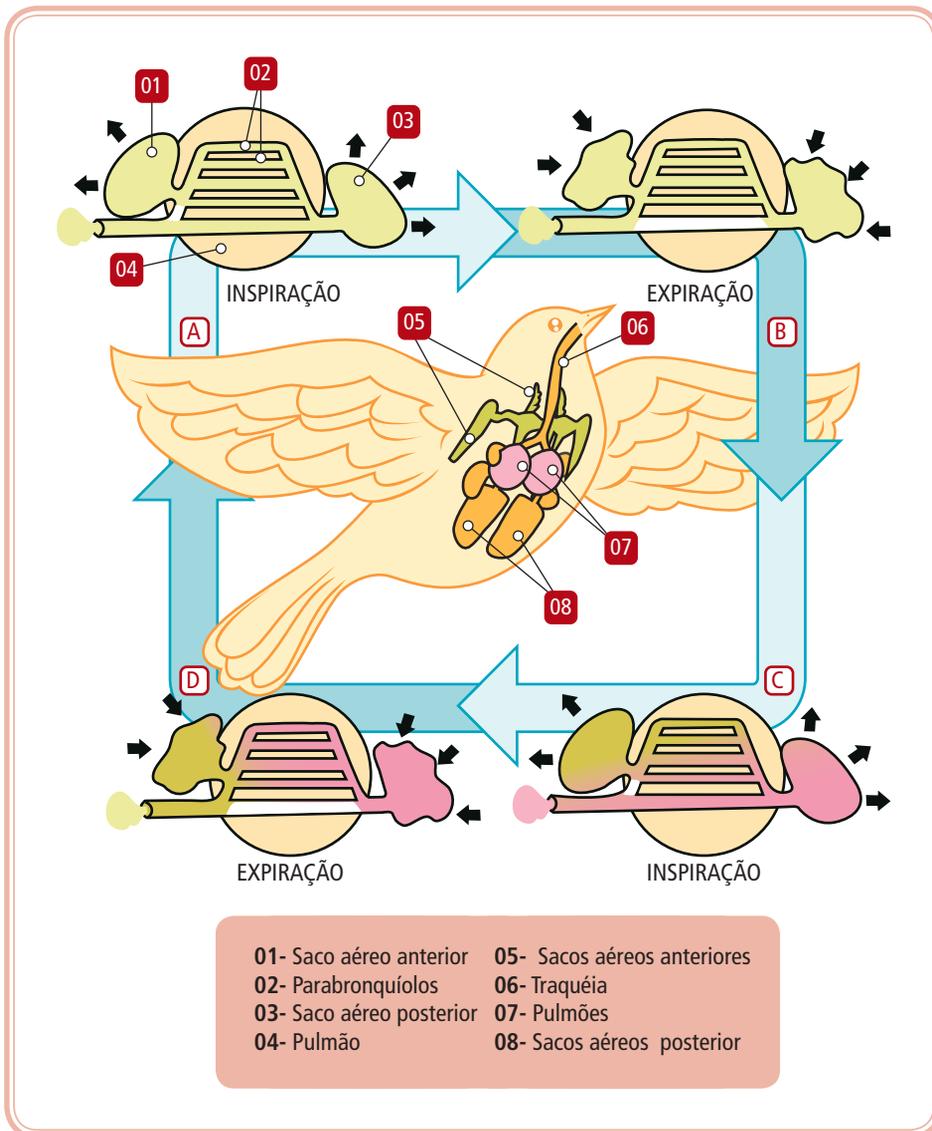
**Figura 5.1: Movimento do osso esterno e das costelas durante a respiração das aves.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Jacob, Pescatore e Cantor (2011).

Os movimentos do osso esterno são suficientes para manter a ventilação e regulação da temperatura. Esses movimentos podem ser realizados manualmente, nos casos de anestesia geral, por exemplo. Por esse motivo, o contato com as aves requer cuidado para não restringir demais os movimentos do esterno e, conseqüentemente, prejudicar de forma significativa a ventilação (FRANDSON et al, 2011), conforme já vimos na Aula 2: Sistema Esquelético.

Na inspiração, há aumento do volume corporal, tanto torácico quanto abdominal. Isso faz com que diminua a pressão nos sacos aéreos em relação à da atmosfera e o gás desloca-se através dos pulmões para dentro dos sacos aéreos.

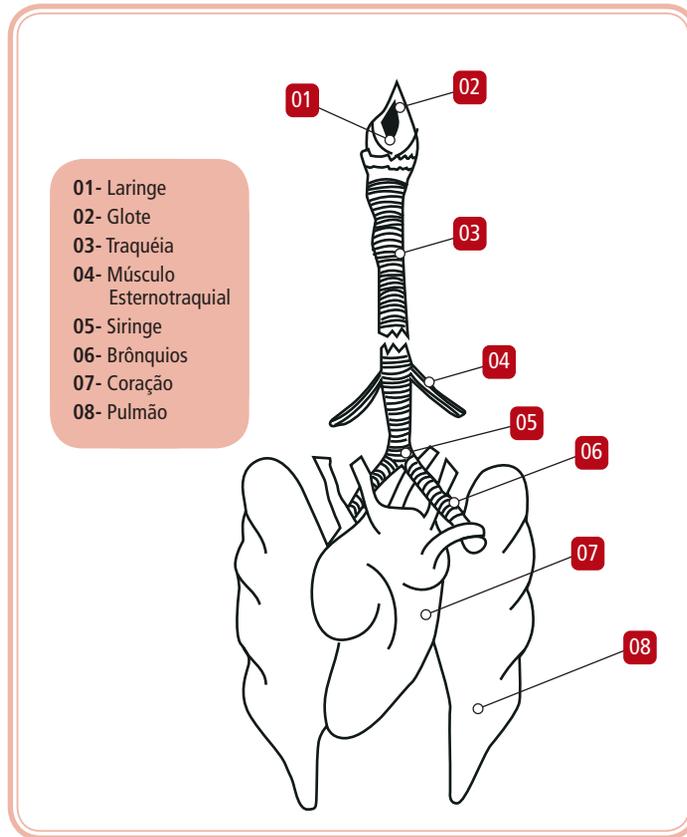
Na expiração, há diminuição do volume corporal e aumento da pressão nos sacos e, conseqüentemente, o gás é forçado a sair dos sacos, passando novamente pelos pulmões (Figura 5.2).



**Figura 5.2: Trajeto do ar na inspiração e na expiração das aves.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de [http://4.bp.blogspot.com/-oEQE5atvbxo/TqXBOF\\_E-fI/AAAAAAAAABg/bi-Av-NM5VE/s1600/digitalizar0068.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-oEQE5atvbxo/TqXBOF_E-fI/AAAAAAAAABg/bi-Av-NM5VE/s1600/digitalizar0068.jpg)

O sistema respiratório das aves é constituído das narinas, cavidades nasais, laringe, traqueia, siringe, brônquios, pulmões e sacos aéreos. Agora vamos estudar cada uma dessas partes, observe a figura a seguir.



**Figura 5.3: Diagrama que mostra algumas das partes do sistema respiratório do frango e a sua localização em relação ao coração.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Jacob, Pescatore e Cantor (2011).



Antes de seguir em frente, vamos revisar: quais as principais diferenças entre os sistemas respiratório das aves e de outros vertebrados?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## 5.2 Narinas, cavidades nasais e laringe

O sistema respiratório das aves começa com o bico e a cavidade oral. O ar é conduzido através das narinas no bico superior. As aves normais possuem uma fenda palatina no céu da boca. Por causa dela, um pouco de água pode entrar na cavidade nasal enquanto as aves bebem, dando a impressão de terem uma secreção aquosa nasal. Esse pode ser um dos primeiros sinais de doenças respiratórias, mas antes de diagnosticar é preciso verificar os olhos e o resto do sistema para evitar má interpretação.

As passagens nasais são ligadas a grandes **sinus** na cabeça da ave. O maior sinus localiza-se sob o olho e é chamado de sinus infra-orbital. A cavidade oral das aves comunica-se ao fundo com a faringe e esta conduz a laringe (MACARI; GIVISIEZ, 2002).

A laringe é ponto no qual o esôfago se ramifica para o aparelho gastrointestinal e a traqueia se ramifica para o resto do aparelho respiratório. Nesta ramificação, existe uma estrutura em forma de fenda chamada glote e nos mamíferos, uma camada de tecido chamada epiglote cobre a glote. Já as aves não têm epiglote e a área acima da glote recebe o nome de sistema respiratório superior.

## 5.3 Traqueia, siringe e brônquios

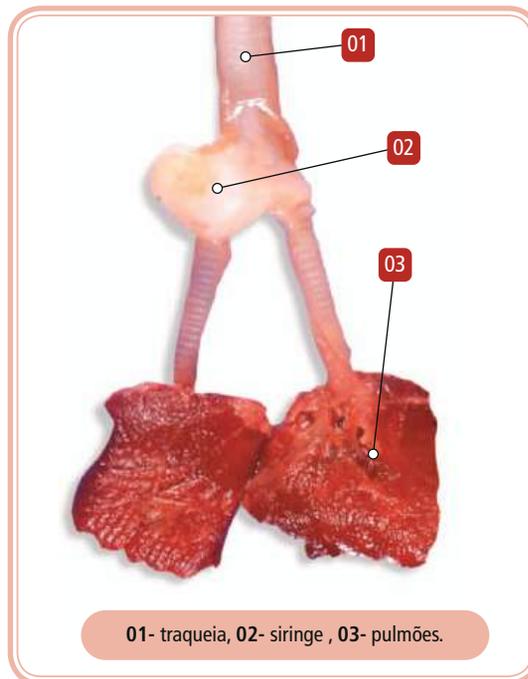
A estrutura cartilaginosa da laringe e sua função impedem a entrada de corpos estranhos na traqueia, principalmente durante a deglutição. A traqueia, formada por anéis de cartilagem, conduz o ar para o sistema respiratório inferior, descendo pelo pescoço até a cavidade torácica (peito). Esse caminho do ar através da traqueia inicia-se na laringe e bifurca-se na siringe (Figura 5.4).

A **siringe** possui um esqueleto cartilaginoso e membranas timpânicas que vibram quando o ar é expirado. Essa ramificação da siringe transforma-se em dois troncos primários, denominados brônquios primários intrapulmonares. O brônquio esquerdo conduz o ar ao tecido do pulmão esquerdo e o brônquio direito ao pulmão direito.

A-Z

### Siringe

A siringe é também o órgão que produz som nas aves.



**Figura 5.4: Trato respiratório de um pato, evidenciando: 1= traqueia, 2= siringe e 3= pulmões.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://ocw.tufts.edu/data/72/1362314/1368472/1396172\\_xlarge.jpg](http://ocw.tufts.edu/data/72/1362314/1368472/1396172_xlarge.jpg)>.

## A-Z

### Colapsam

Colapsar nesse caso significa diminuir, reduzir de tamanho ou volume.

### Distensibilidade

Qualidade do que é distensível.

### Perfusão

Fluxo sanguíneo da circulação pulmonar disponível para a troca gasosa.



O opérculo é uma pele córnea que limita dorsalmente as narinas das aves.

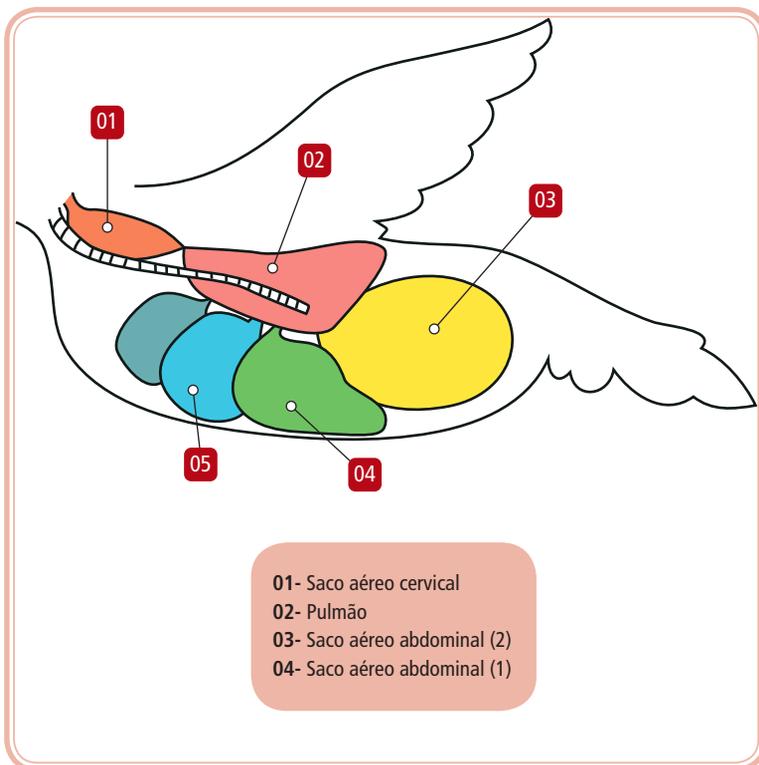
## 5.4 Pulmões e sacos aéreos

As aves não têm diafragma e os seus pulmões não **colapsam** quando em contato com a atmosfera. Eles são rígidos e pouco flexíveis e a sua capacidade, no caso das aves, é aproximadamente a metade, quando comparada com os mamíferos. Nos movimentos de inspiração e expiração os pulmões têm pouca **distensibilidade**, sendo que sua capacidade de oxigenar do sangue depende da ventilação nos capilares aéreos e da capacidade de **perfusão** dos pulmões (MACARI; GIVISIEZ, 2002).

Os pulmões são relativamente pequenos, não são lobados, possuem coloração rosada e, já que não possuem diafragma, ficam em contato com os órgãos abdominais. As aves não respiram expandindo os pulmões no voo, mas sim por meio da entrada de ar forçada pelas narinas, regulada pelo opérculo.

O sistema tubular dos pulmões se divide em: brônquios primários intrapulmonares, brônquios secundários e vários parabrônquios ou brônquios terciários.

Os sacos aéreos são formações peculiares nas aves. Eles possuem paredes delgadas e os divertículos desses sacos penetram em vários ossos, podendo chegar até os músculos. As aves possuem nove sacos aéreos: sendo que dois cervicais, um clavicular e dois torácicos pertencem ao grupo dos sacos aéreos craniais; e dois torácicos caudais e dois abdominais fazem parte do grupo dos sacos aéreos caudais, conforme Figura 5.5.



**Figura 5.5: Pulmões e sacos aéreos.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.criatoribigoriginal.com.br/fotos/sacos\\_aereos.JPG](http://www.criatoribigoriginal.com.br/fotos/sacos_aereos.JPG)>. Acesso em: 13 dez. 2012.

Os ossos pneumáticos se conectam com o aparelho respiratório por meio dos sacos aéreos, tornando-se, assim, mais leves para o voo, o equilíbrio e a natação. Os sacos aéreos estão intimamente relacionados com os órgãos internos e funcionam como foies, movimentando o ar através de um pulmão amplamente passivo. Os sacos aéreos se expandem e se contraem de modo que os pulmões não precisam fazer tais movimentos.

Os sacos aéreos ajudam também a regular a temperatura corporal das aves, pois quando aumentam a frequência respiratória (ventilação superficial e rápida) facilitam o intercâmbio de calor com o meio, evaporando água (ofegação).

O resfriamento evaporativo respiratório se constitui em um dos mais importantes meios de perda de calor das aves em temperaturas elevadas. Isso porque as aves têm a capacidade de aumentar a frequência respiratória em até 10 vezes e, dessa forma, aumentar a perda de calor no trato respiratório. Maiores detalhes sobre o mecanismo respiratório e o bem-estar das aves você verá na Aula 8: Fisiologia da Termorregulação.



Quais os principais órgãos do sistema respiratório das aves?



Para conhecer um pouco mais sobre o tema desta aula, você pode acessar os *links* abaixo. Neles vocês poderão ver alguns vídeos sobre o movimento respiratório das aves e as trocas gasosas. Esses vídeos estão em inglês, mas você não terá dificuldade para entender, já que o assunto foi abordado nesta aula. Disponível em: <<http://youtu.be/iigxJXFJ4U>>. Acesso em: 03 out. 2012. Disponível em: <<http://youtu.be/lkerY5dbVNs>>. Acesso em: 03 out. 2012.

## Resumo

Nesta aula, você pode conhecer as características gerais do sistema respiratório das aves, seus principais órgãos e algumas de suas diferenças em relação aos mamíferos. Além disso, pode relacionar com o bem-estar delas, já que sua respiração está relacionada ao mecanismo de termorregulação.

## Atividades de Aprendizagem

1. Quais as funções do sistema respiratório nas aves?
2. Quais os principais órgãos envolvidos na respiração das aves?
3. O que são os sacos aéreos e para que servem?
4. Qual o papel da respiração no mecanismo de termorregulação das aves?

# Aula 6 – Sistema circulatório

## Objetivos

Conhecer as características gerais do sistema circulatório das aves e seus principais órgãos.

Relacionar com alguns problemas metabólicos que envolvem este sistema.

## 6.1 Características gerais do sistema circulatório

O conhecimento da fisiologia do sistema circulatório das aves, também chamado de cardiovascular, é importante para o entendimento dos mecanismos funcionais do seu organismo, como o desenvolvimento dos tecidos e a manutenção da **homeostase**.

As características do sistema cardiovascular têm grande implicação prática, principalmente para avicultura de corte, pois com o rápido crescimento dos frangos, a manutenção da homeostase celular é premissa importante para os mecanismos de síntese proteica, que é a base para o crescimento ósseo e muscular desses animais (MACARI; LUQUETI, 2002).

O sistema circulatório é fechado, essa é sua primeira característica. Dessa maneira, o sangue que circula pelas artérias e veias não tem contato com o meio externo.

Lesões vasculares com extravasamento do sangue são denominadas hemorragias, as quais poderão ser fatais para o animal, dependendo do tecido em que ocorrem. Na avicultura de corte, por exemplo, processos hemorrágicos em áreas não vitais para o frango tornam-se relevantes por ocasião da apanha das aves ou mesmo escoriações de pele devido à superlotação. Assim, a apanha inadequada pode desencadear lesões vasculares em tecidos musculares, comprometendo a qualidade da carcaça (MACARI; LUQUETI, 2002).

### A-Z

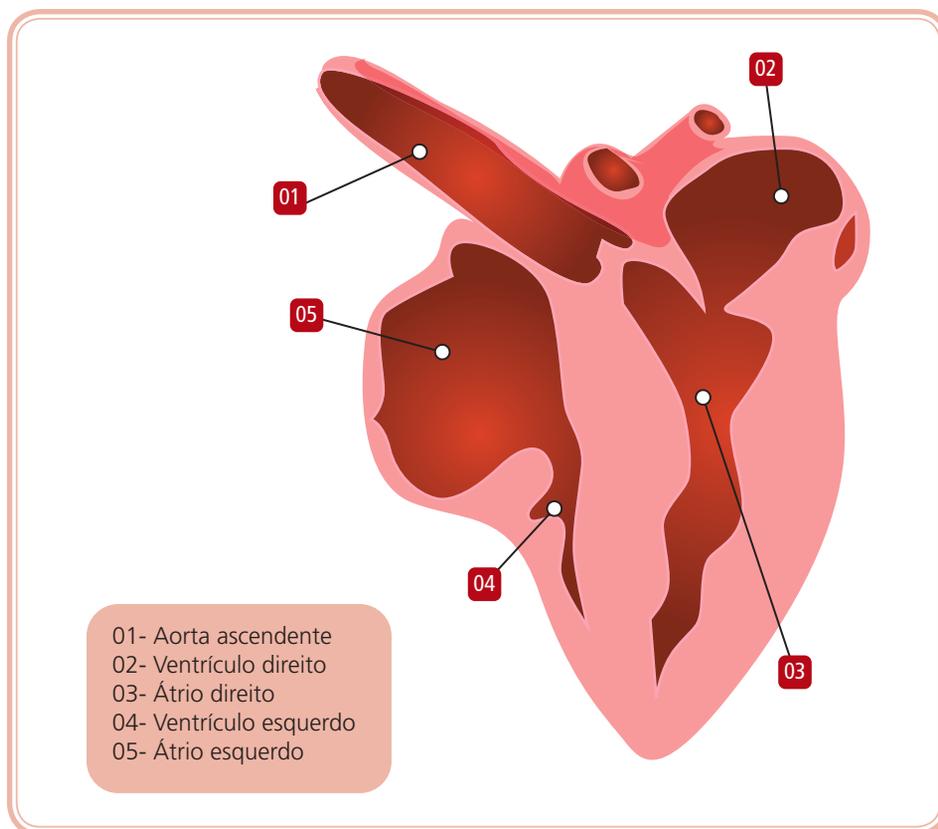
#### Homeostase

É a manutenção de um meio interno de corpo praticamente estável, de tal forma que as funções metabólicas celulares possam ocorrer com sua máxima eficiência.

O sistema circulatório compõe-se de coração, vasos sanguíneos (artérias e veias) e sangue.

## 6.2 Coração

O coração das aves está localizado no tórax, com pequeno desvio à esquerda da linha mediana. O mesmo é envolvido pelo saco pericárdico e é composto de quatro cavidades, sendo 2 átrios (direito e esquerdo) e 2 ventrículos (direito e esquerdo). O peso do coração varia entre as espécies e está relacionado ao peso da ave.



Uma galinha pesando 3,10 kg tem peso do coração correspondente a 0,44%, ou seja, 13,7 g. Para frangos selecionados para ganho de peso, com peso corporal variando entre 1,3 a 1,6 kg, a porcentagem de peso do coração é de 0,38% do peso da ave.



As frequências cardíacas em galinhas e perus adultos ficam na faixa dos 200 a 350 batimentos por minuto, com as aves maiores tendo frequências mais baixas.

**Figura 6.1: Desenho do coração de uma galinha**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte.

A função principal do coração é de bombear o sangue por todo o corpo do animal. O coração de quatro câmaras das aves é como o dos mamíferos, embora muito maior em relação ao tamanho do corpo (FRANDSON et al., 2011).

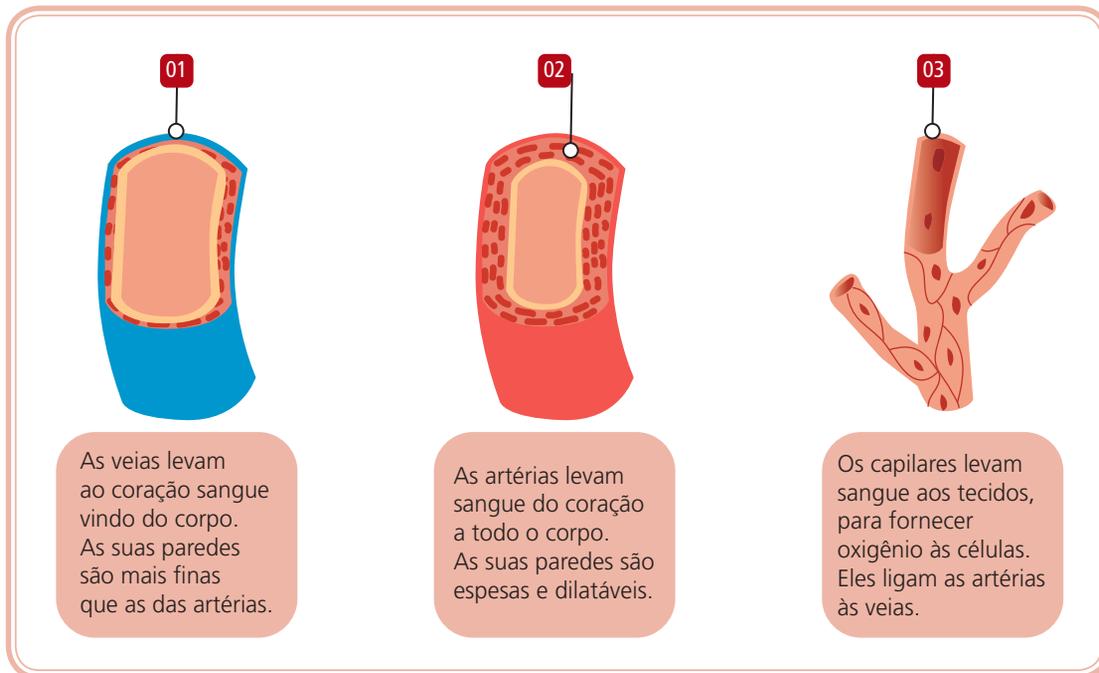
## 6.3 Vasos sanguíneos

Os vasos sanguíneos são formados pelas veias, artérias e capilares. As artérias são os vasos que partem do coração levando o sangue (arterial, rico em oxigênio) para todo o corpo do animal e as veias trazem o sangue (venoso, rico em gás carbônico) de volta ao coração.



O sangue arterial consiste em um vermelho brilhante, enquanto o sangue venoso tem uma cor muito escura.

Nas aves, uma das principais características é a artéria aorta voltada para o lado direito do corpo do animal. O sangue sai do coração por grandes artérias, que se ramificam em artérias cada vez menores. Nos tecidos, as arteríolas, que são as artérias mais finas, se ramificam em vasos ainda mais finos, os capilares sanguíneos. Após se ramificarem intensamente nos tecidos, os capilares sanguíneos voltam a se fundir, originando finíssimas veias, as vênulas. Estas se fundem progressivamente entre si, formando veias com calibres cada vez maiores (Figura 6.2).



**Figura 6.2: Esquema mostrando as diferenças entre os vasos sanguíneos**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <<http://www.sobiologia.com.br/figuras/Corpo/veia.jpg>>. Acesso em: 7 mar. 2013.

## 6.4 Sangue

As principais funções do sangue são: transporte de oxigênio do pulmão para os tecidos e transporte de gás carbônico dos tecidos para os pulmões; absorção e transporte de nutrientes do lúmen intestinal para o fígado e demais tecidos; transporte de hormônios de glândulas endócrinas para as células alvo; transporte de calor dos tecidos termogênicos (que geram calor) para a superfície da pele, auxiliando na termorregulação; função protetora por meio das células de defesa (leucócitos); regulação do conteúdo de água corporal; eliminação de produtos do catabolismo celular (MACARI; LUQUETTI, 2002).

Nas aves, o volume de sangue representa em torno de 7% do peso corporal (MACARI; LUQUETTI, 2002). Um frango com peso de 2 kg tem, em média, 140 g de sangue, ou seja, aproximadamente 140 mL.

O sangue tem duas partes, sendo uma composta de células e a outra fluida. Na parte celular, encontram-se os glóbulos vermelhos, hemácias ou eritrócitos (nucleados e maiores que nos mamíferos); os glóbulos brancos ou leucócitos; e os trombócitos. O fluido é o plasma com sais e proteínas dissolvidas.



O número de hemácias por milímetro cúbico de sangue para frangos é da ordem de 2 a 3 milhões. A redução do número de hemácias causa a doença chamada de anemia, que pode ter várias origens.

A hemácia é chamada de glóbulo vermelho, pois contém o pigmento chamado hemoglobina que é responsável pelo transporte de oxigênio e gás carbônico no sangue das aves. É produzida pela medula óssea e tem vida média em torno de 28 a 35 dias.

Os leucócitos são as células de defesa existentes no sangue, sendo encontrados no frango os heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos.

Já os trombócitos desempenham o papel importante na coagulação do sangue, mecanismo que evita a perda de sangue por ocasião da hemorragia. O sangue das aves não contém plaquetas, somente trombócitos para a formação do coágulo.



Antes de iniciar o próximo item, vamos lembrar o que foi estudado até agora! Quais as características do sistema circulatório das aves e quais os órgãos envolvidos?

## 6.5 Problemas metabólicos relacionados ao sistema circulatório de aves de granja

Com o avanço das práticas de melhoramento genético, nutrição, manejo e sanidade na criação de frangos de corte, aumentaram os problemas de mortalidade e perdas por condenações no abatedouro causadas por distúrbios metabólicos diretamente relacionados aos altos níveis de produção obtidos. Entre os problemas metabólicos mais importantes em frangos de corte, que comprometem a função cardiovascular, podemos destacar a síndrome ascítica (AS) ou simplesmente ascite e a morte súbita (GONZALES; MACARI, 2000).

Ascite não é uma doença, e sim uma condição patológica que se caracteriza pelo extravasamento de líquido dos vasos sanguíneos e seu acúmulo na cavidade abdominal dos animais (GONZALES; MACARI, 2000). No frango ascítico, o líquido acumula, principalmente, ao redor do fígado (região hepatoperitoneal) e coração (espaço pericárdico), Figura 6.3 (MACARI; LUQUETTI, 2002).

O material exsudado é rico em proteínas e gorduras e em contato com o oxigênio se torna gelatinoso (JACBSEN; FLORES, 2008).



Essas síndromes juntas podem ser responsáveis por mais de 30% da mortalidade total presente em granjas de frangos de corte (LEESEN, 1994).



**Figura 6.3: Carcaça com fluido ascítico de coloração amarelada e com aspecto gelatinoso devido ao contato com o oxigênio**

Fonte: Souza (2008).

Sua manifestação é associada à sobrecarga fisiológica e metabólica, que inclui o ganho exagerado de peso das aves, exigindo maior trabalho do coração e dos pulmões que não conseguem oxigenar devidamente toda a massa muscular, determinando assim transtornos em diversos órgãos. Por isso, todos os fatores, que direta ou indiretamente causam dificuldades de oxigenação às aves, desencadeiam e agravam o quadro de ascite (JAENISCH, 1998).

Fatores como criação das aves em grandes altitudes, taxa rápida de crescimento, volume pulmonar diminuído, alta energia da ração, ambiente frio, variações grandes da temperatura ambiental, baixo nível de ventilação na altura da ave, doenças respiratórias, aspergilose (*Aspergillus fumigatus*), alto nível de sódio na ração, toxinas hepáticas, micotoxinas e estresse devem ser avaliados para se evitar a ascite em frangos de corte (GONZALES; MACARI, 2000).

O julgamento de uma carcaça com síndrome ascítica (Figura 6.4) permite sua condenação total ou parcial, dependendo da extensão e intensidade da lesão e isso deve ser avaliado pelo médico veterinário responsável pela inspeção na indústria (BRASIL, 1998).



**Figura 6.4: Carcaça com presença de líquido ascítico gelatinoso, demonstrando a compressão das vísceras pelo fluido**

Fonte: Souza (2008).

Outro problema relacionado ao sistema circulatório das aves está ligado às pressões arteriais sanguíneas anormalmente altas que contribuem para a ruptura da aorta, resultando em hemorragia interna maciça e a morte súbita dos animais.

O sistema cardiorrespiratório dos frangos é pouco eficiente para desempenhar uma efetiva troca gasosa. Coello et al (1997) relataram que o consumo de oxigênio das atuais linhagens de corte é 28% superior que a dos galos silvestres, porém os pulmões destes frangos de corte possuem um volume total 20% menor se comparado às aves de baixo crescimento.

Por esta razão, frangos de corte possuem grande pressão no seu sistema cardiorrespiratório; um desequilíbrio, ainda que pequeno, nas condições do ambiente, é suficiente para que as aves fiquem sujeitas a sofrer déficit de oxigenação nos tecidos, que pode ser agudo (resultando em morte súbita) ou crônico (resultando em ascite).

Quais os problemas metabólicos mais importantes em frangos de corte, que comprometem a função cardiovascular?



## Resumo

Nesta aula, você estudou as características gerais do sistema circulatório das aves e seus principais órgãos. Além disso, conheceu alguns problemas metabólicos relacionados com o funcionamento do sistema circulatório.



Para conhecer um pouco mais sobre o funcionamento do coração de uma ave, você pode acessar o *link* a seguir, que mostra uma animação sobre isso. Disponível em: <[http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10108/oa\\_coracao\\_ave.swf](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10108/oa_coracao_ave.swf)>. Acesso em: 3 out. 2012.

## Atividades de aprendizagem

1. Quais as principais características do sistema circulatório das aves?
2. Quais os principais órgãos envolvidos nesse sistema?
3. Quais as principais funções do sangue?
4. Faça um comentário sobre alguns dos problemas metabólicos relacionados ao sistema circulatório das aves de granja.



# Aula 7 – Sistema urogenital

## Objetivos

Conhecer as características do sistema urinário e reprodutor das aves.

Diferenciar a anatomia dos animais macho e fêmea.

Relacionar os conhecimentos com a função reprodutiva das aves em cativeiro.

## 7.1 Introdução

Nesta aula, inicialmente, estudaremos a anatomia e fisiologia do sistema urinário. Em seguida, veremos a anatomia e fisiologia do sistema reprodutor (genital) das aves (fêmeas e machos), relacionando com alguns aspectos da reprodução desses animais.

## 7.2 Anatomia e fisiologia do sistema urinário

O sistema urinário das aves assemelha-se mais, em muitos aspectos, ao sistema urogenital dos répteis do que ao dos mamíferos, com exceção dos **monotremados**. Os rins, como os de todos os **amniotas**, são do tipo metanefro (o metanefro é o rim definitivo nos répteis, aves e mamíferos), e são em número de dois. Entretanto, eles são proporcionalmente grandes, com lobos irregulares, adaptando-se às depressões do sinsacro (osso que já estudamos na Aula 2 – Sistema esquelético). Cada rim tem um ureter, que se abre na cloaca. Consequentemente, a urina mistura-se com o material fecal. Cada rim é constituído por três lóbulos (cranial, médio e caudal) de cor marrom avermelhado (Figura 7.1). A função desse órgão consiste na filtração do sangue, na recuperação dos componentes aproveitáveis da urina por reabsorção, na eliminação dos produtos metabólicos restantes ou tóxicos e na regulação do volume de sangue. Por isso, podemos afirmar que o rim é verdadeiramente um órgão vital.

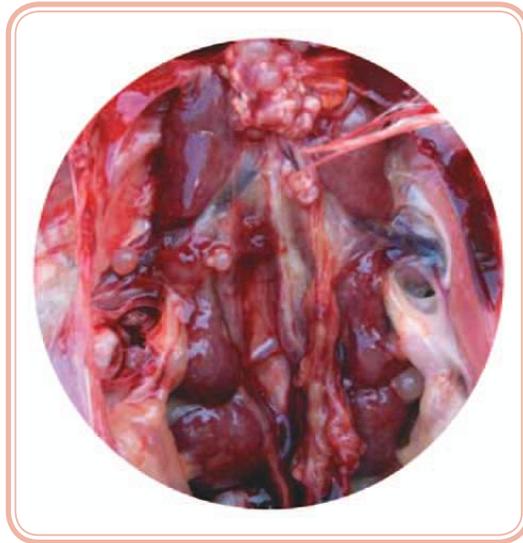
### A-Z

#### Monotremados

É uma ordem de mamíferos que põem ovos. Seu representante mais conhecido é o ornitorrinco.

#### Amniotas

São animais que possuem o anexo embrionário âmnio, ou bolsa amniótica. Incluem os répteis, aves e mamíferos, e é uma das características que os distingue dos anfíbios.



**Figura 7.1: Rim de uma galinha (grifo em amarelo)**

Fonte: Adaptado de <[http://www.hyline.com/RedBook/Health/Images/Gout\\_3.jpg](http://www.hyline.com/RedBook/Health/Images/Gout_3.jpg)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

A urina a ser eliminada passa dos ureteres para a cloaca. Assim como os rins, os ureteres são pares. Cada ureter pode ser dividido em uma parte renal (passando ao longo do rim) e uma parte pélvica (correndo do rim até a cloaca). Quanto à bexiga, a única ave que a possui é o avestruz (GETTY, 1981).

O compartimento na cloaca responsável pela desembocadura dos ureteres é chamado de urodeu. A urina é eliminada junto com as fezes e tem consistência pastosa, pois o nitrogênio é eliminado na forma de ácido úrico, formando uma película branca nas fezes, conforme mostra a Figura 7.2.



**Figura 7.2: Fezes normais de uma galinha com película branca de ácido úrico**

Fonte: Cantor, Pescatore e Jacob (2011).

Vamos revisar o que foi visto até então, para darmos continuidade à aula.

1. Quais as principais características do sistema urinário das aves?
2. Quais as funções do sistema urinário?
3. Quais os órgãos que auxiliam nessas funções?



## 7.3 Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor feminino

A produção de ovos para consumo humano é uma das principais razões para a criação de aves de granja em todo o mundo (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011). O sistema reprodutor feminino, responsável por essa produção, é constituído pelos ovários, ovidutos (incluindo o útero) e vagina. A cloaca também faz parte deste sistema, conforme apresenta a Figura 7.3.

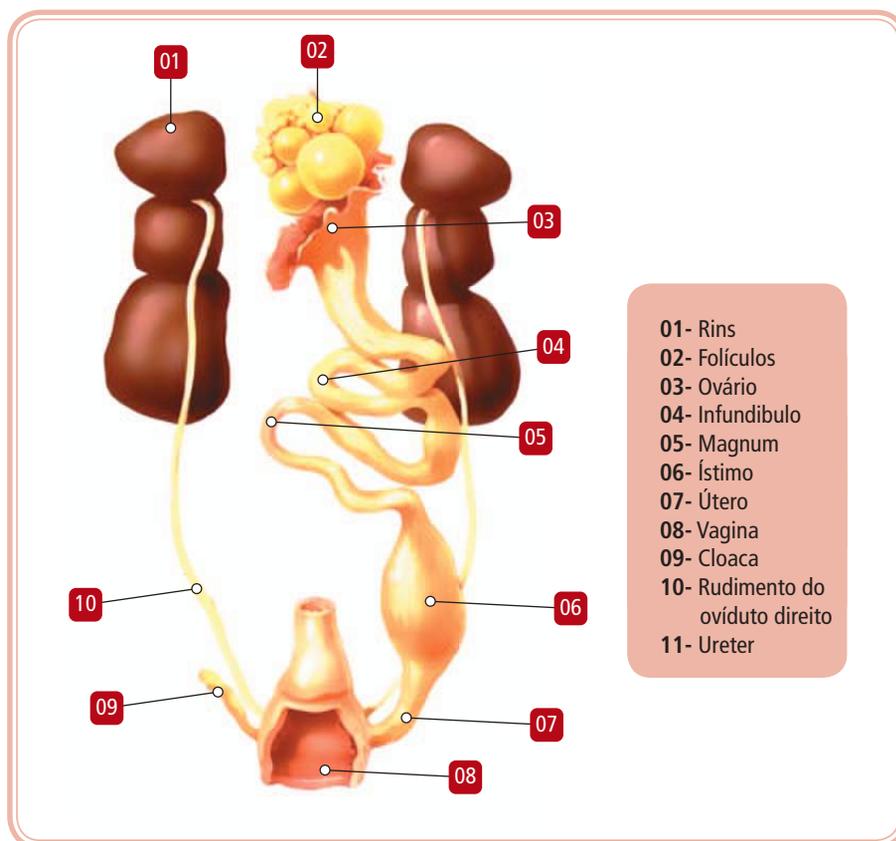


Figura 7.3: Sistema reprodutor feminino da galinha

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <<http://www.itggnadero.com/docs/itg/docs/2011/BAaves/ANATOMIA/FISIOLOGIADELAS.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

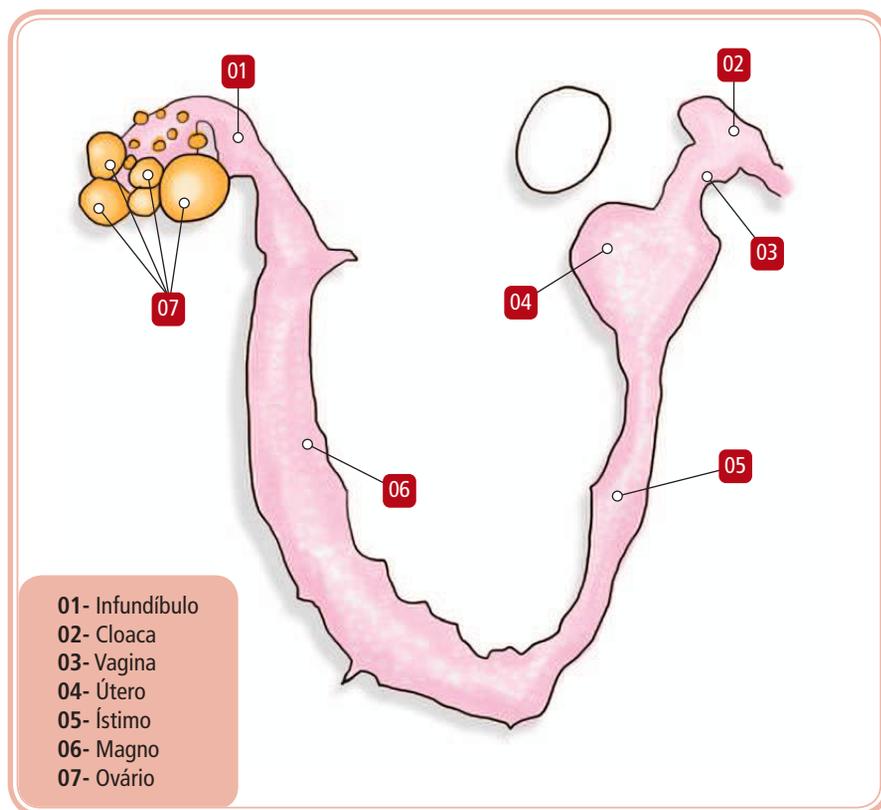


Segundo Bahr e Johnson (1991), a regressão do oviduto direito é determinada pelo AMH (hormônio anti-Mulleriano) secretado pelo ovário; e a maior riqueza de receptores para estrogênio no lado esquerdo suprime o efeito do AMH e permite o seu desenvolvimento.

Entre as fêmeas das aves, ambos os ovários e ovidutos, direitos e esquerdos, estão presentes desde a vida embrionária; mas, em galinhas e nas fêmeas de perus e gansos domésticos, os órgãos direitos regridem cedo no desenvolvimento e apenas o lado esquerdo se desenvolve (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).

Com relação ao ovário de mamíferos e de aves, eles diferem em alguns aspectos. Em mamíferos, diversos folículos podem ovular em um determinado momento dentro de um intervalo de vários dias ou semanas, enquanto que, em aves, um único folículo ovula, e o óvulo (gema) é liberado, mas dentro de um intervalo mais curto (geralmente, todos os dias).

Além disso, tendo em vista que o embrião deve obter todos os nutrientes para o desenvolvimento embrionário, o óvulo maduro de aves é muito maior que o de mamíferos. Nas aves, os folículos grandes e amarelos, destinados à ovulação, estão organizados dentro de uma hierarquia. O ovário apresenta folículos de tamanhos variados e sua hierarquia é estabelecida principalmente pela regressão dos folículos pequenos (< 6-8 mm), com conseqüente recrutamento de novos. Os que ultrapassam 8 mm de diâmetro continuam o desenvolvimento até a ovulação.



**Figura 7.4: Trato reprodutivo da galinha**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.extension.org/sites/default/files/w/1/1c/Labeled\\_female\\_reproductive\\_tract.jpg](http://www.extension.org/sites/default/files/w/1/1c/Labeled_female_reproductive_tract.jpg)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

A reprodução em aves caracteriza-se pela ovoviviparidade. Embora este modo de reprodução seja encontrado em diversos mamíferos e em muitos répteis, ele é encontrado universalmente nas aves. Para satisfazer as necessidades impostas pela ovoviviparidade, o ovo da ave, no momento em que é posto, deve ser capaz de sustentar o crescimento embrionário e fetal. Ele contém nutrientes na gema, albumina e casca. Além disso, contém água e membranas protetoras e é envolvido pela casca protetora (BURKE, 1996).



Os ovócitos das aves são os maiores do reino animal. Chegam a 20 g na galinha (cerca de 40mm de diâmetro), sendo o recorde da Ave elefante de Madagascar, cujo ovo era de 37,5cm e volume total de 7,5 litros.

O ovo inicia sua formação no ovário e vai se completando à medida que caminha nos diferentes compartimentos do oviduto por um tempo médio de 25 horas. A produção anual de uma galinha doméstica gira em torno de 300 ovos. Essa produção dependerá de uma boa alimentação e de um plano de luz adequado. Atualmente, o tempo de manutenção de uma ave de produção em uma criação é de 52 a 60 semanas (MORAES, 2004).

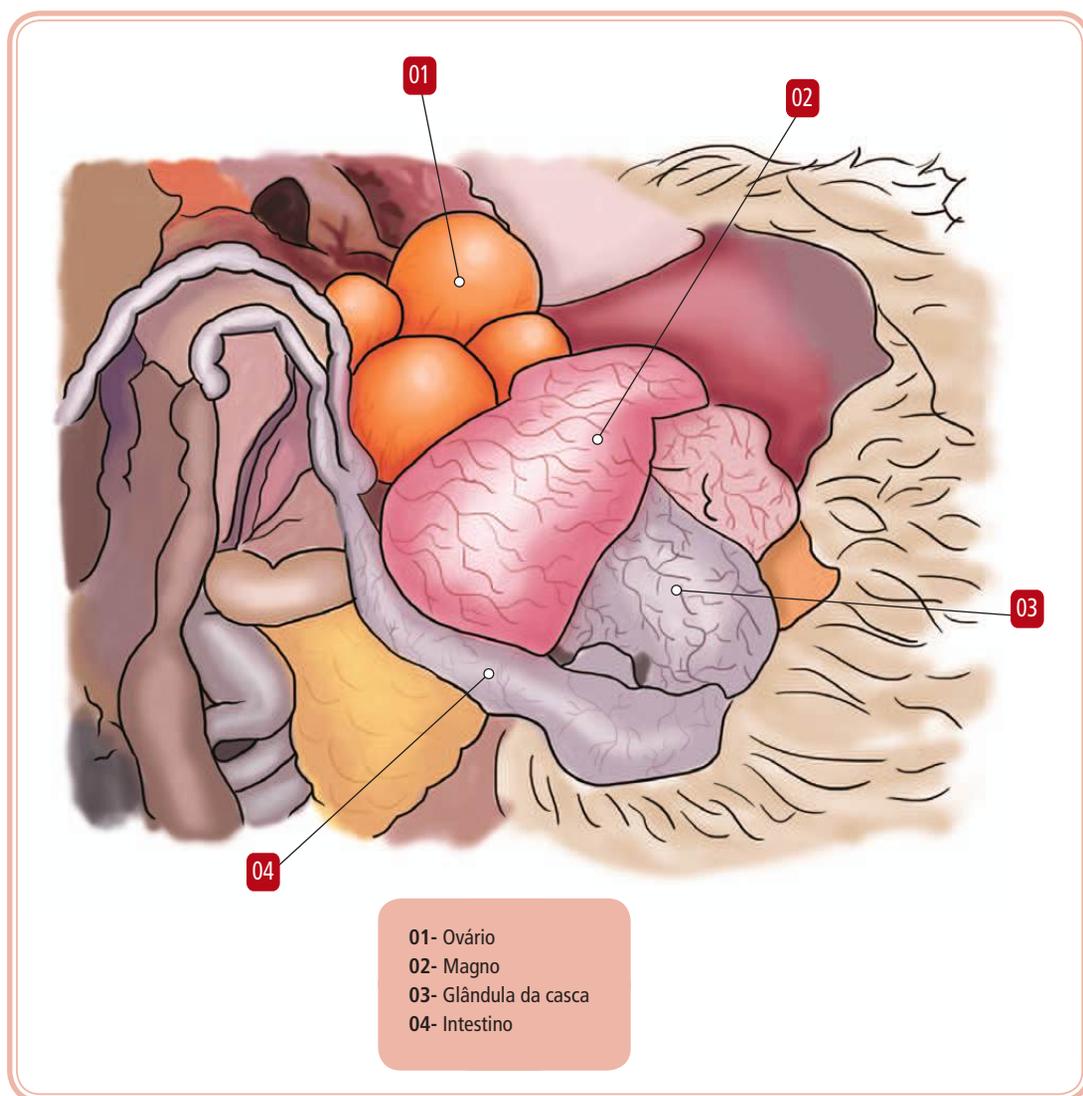


Na ovoviviparidade, a prole descendente abandona o corpo materno após um período muito curto de desenvolvimento embrionário e submete a maior porção de seu desenvolvimento fora do corpo dele.

Uma galinha ovula um folículo a cada 25 horas durante 10 a 15 dias seguidos (esse período é chamado ciclo). A galinha repete esses ciclos ou sequências de postura indefinidamente. Os ciclos são separados por um intervalo de um ou mais dias, quando há falha na ovulação, e, conseqüentemente, a galinha deixa de colocar ovo no dia seguinte, para então começar um novo ciclo.

O primeiro ovo de um ciclo é colocado ao amanhecer e as oviposições seguintes ocorrem sempre um pouco mais tarde nos dias sucessivos. Durante o pico de produção, o intervalo entre oviposições é de aproximadamente 24 a 26 horas e o último ovo do ciclo (sequência) é colocado entre 6 e 8 horas após o amanhecer (RUTZ et al., 1996).

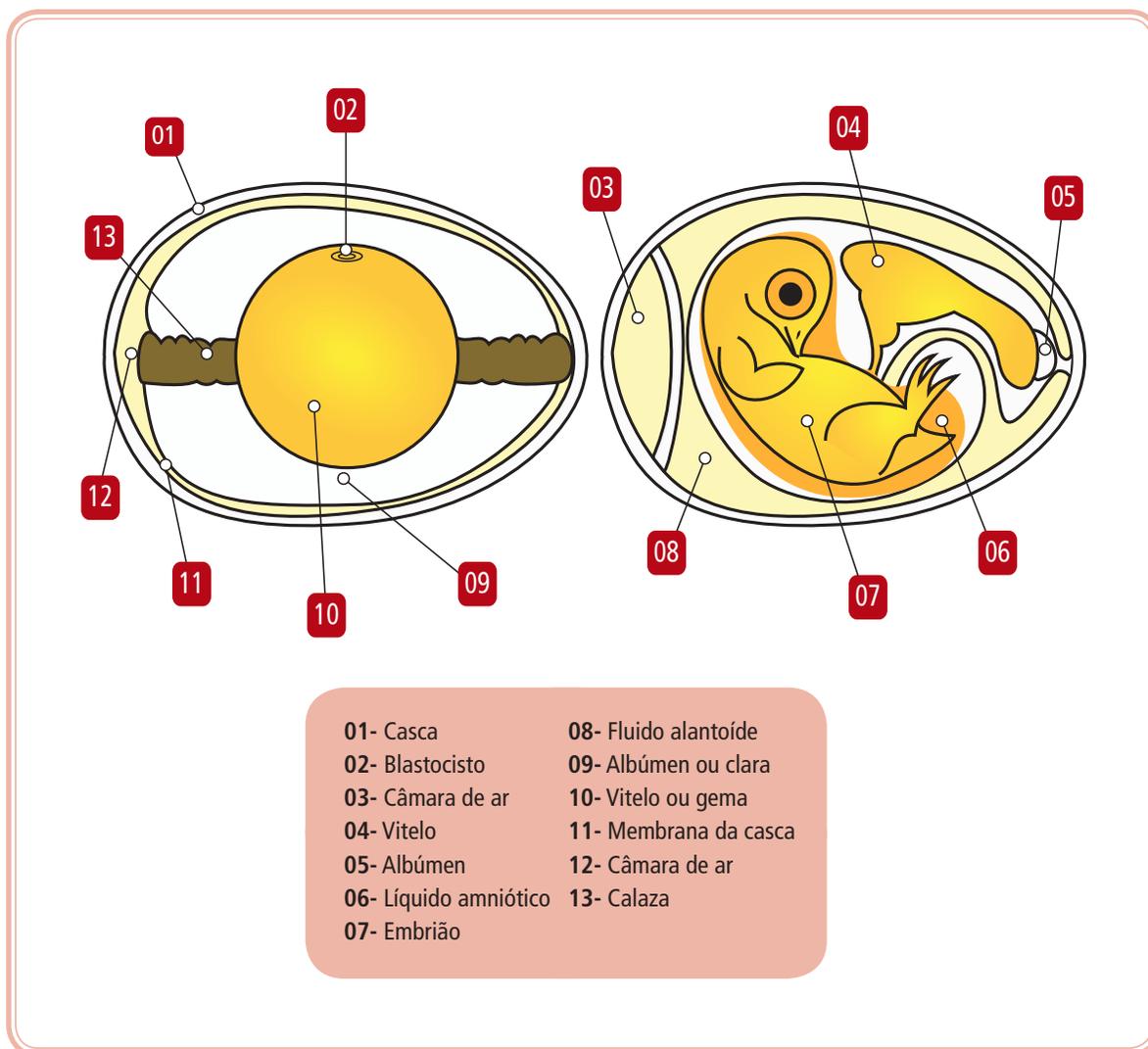
Até o sétimo dia do desenvolvimento embrionário, não existe uma diferenciação entre macho e fêmea. O oviduto só começa a se desenvolver a partir do 4º dia de incubação, o ovário direito cessa o crescimento no 8º dia e regride. O oviduto até o 13º dia não apresenta comunicação com a cloaca. O oviduto é a parte tubular que liga o ovário à cloaca, incluindo o infundíbulo, o magno, o istmo, o útero ou glândula da casca e a vagina (Figura 7.5).



**Figura 7.5: Detalhes do sistema reprodutor da galinha**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.wisc.edu/ansci\\_repro/lec/lec1/female\\_hist.html](http://www.wisc.edu/ansci_repro/lec/lec1/female_hist.html)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

O infundíbulo é uma estrutura tubular de 4 a 10 cm, de parede fina, com região cônica, seguindo-se por outra tubular com pregas em espiral suave, sendo percorrido pelo ovo em formação em cerca de 15 minutos. Apresenta uma mucosa pouco pregueada e tem como funções: captar o ovócito (gameta feminino); servir de sede para a fecundação; lubrificar a mucosa para a passagem do ovo e formar as calazas (proteínas mucinas retorcidas que mantêm a gema no centro do ovo). Observe a Figura 7.6.



**Figura 7.6: Estrutura básica interna de um ovo**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.ca.uky.edu/poultryprofitability/Production\\_manual/Chapter3\\_Anatomy\\_and\\_Physiology/incubated\\_egg.png](http://www.ca.uky.edu/poultryprofitability/Production_manual/Chapter3_Anatomy_and_Physiology/incubated_egg.png)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

O magno é também chamado de glândula albuminífera. Possui estrutura tubular, de parede mais espessa, com 20 a 48 cm de comprimento (é a parte mais longa do oviduto), rico em glândulas tubulares dentro das pregas longitudinais da mucosa. O ovo em formação percorre o magno por cerca de 3 horas. Tem como funções a formação da base do albúmen e a adição de **mucina** e da maior parte do Na, Ca e Mg.

O istmo é a menor porção do oviduto (10 a 15 cm). Tem como função a formação das camadas interna e externa do ovo, completando a parte final da camada externa do albúmen.

**A-Z**

**Mucina**

É um composto pertencente a um grupo de glicoproteínas, que são as principais constituintes do muco.

O útero tem função de formar a casca do ovo, onde este permanece por 18 a 22 h e recebe uma cobertura de carbonato de cálcio, proteínas, pigmentos, cutículas e outros componentes da casca. Depois, então, o ovo é expelido por contrações de sua musculatura lisa.

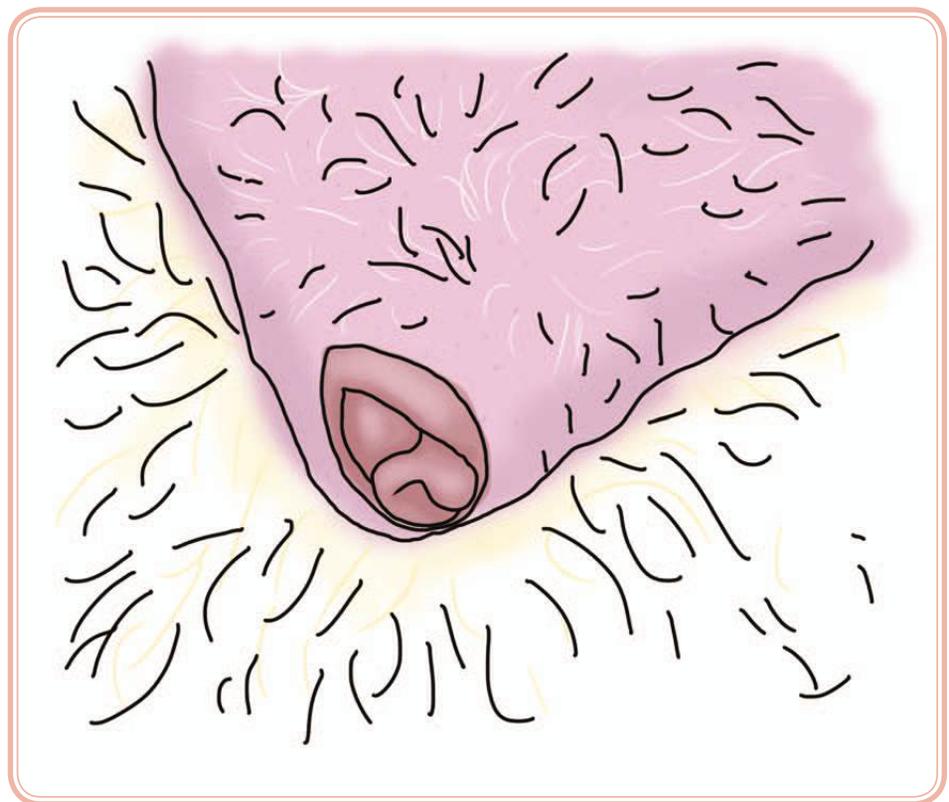


O que “dispara” a postura ideal para que o ovo esteja pronto para ser posto ainda é desconhecido.



A vagina é uma região curta e serve de passagem para o ovo até a cloaca. Sua função é a deposição da camada protetora de muco sobre a casca e local de recepção dos espermatozoides após o ato sexual.

A casca do ovo é formada por quatro camadas depositadas na superfície externa do albúmen. À medida que os ovos envelhecem, as membranas internas e externa da casca separam-se na extremidade maior do ovo e forma-se uma célula ou câmara de ar, cujo tamanho aumenta à medida que o ovo vai ficando mais velho (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2011).



**Figura 7.7: Cloaca da galinha**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.wisc.edu/ansci\\_repro/lec/lec1/female\\_hist.html](http://www.wisc.edu/ansci_repro/lec/lec1/female_hist.html)>. Acesso em: 27 nov. 2012.



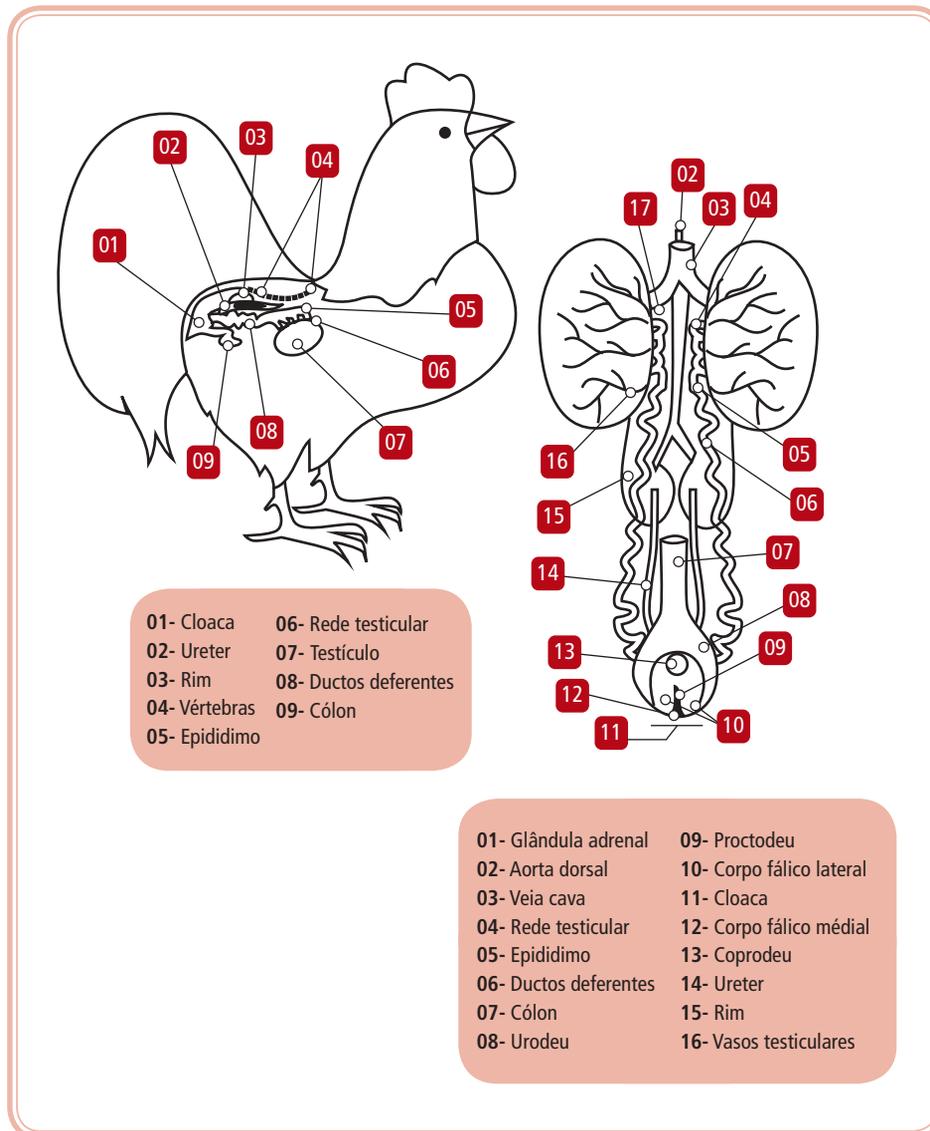
1. Quais os órgãos do sistema reprodutor das galinhas?
2. Quais as diferenças entre os ovários das aves e dos mamíferos?
3. Como é formado o ovo e quais as suas partes constituintes?

## 7.4 Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor masculino

A estrutura e localização do trato reprodutivo masculino da ave são significativamente diferentes do trato da maioria dos mamíferos. O sistema reprodutor masculino da ave consiste em um par de testículos intra-abdominais **simétricos**, apresenta coloração amarelada nos jovens e branco puro nos adultos, localizados abaixo dos rins, logo à frente, em direção ao crânio (Figura 7.8 e 7.9).

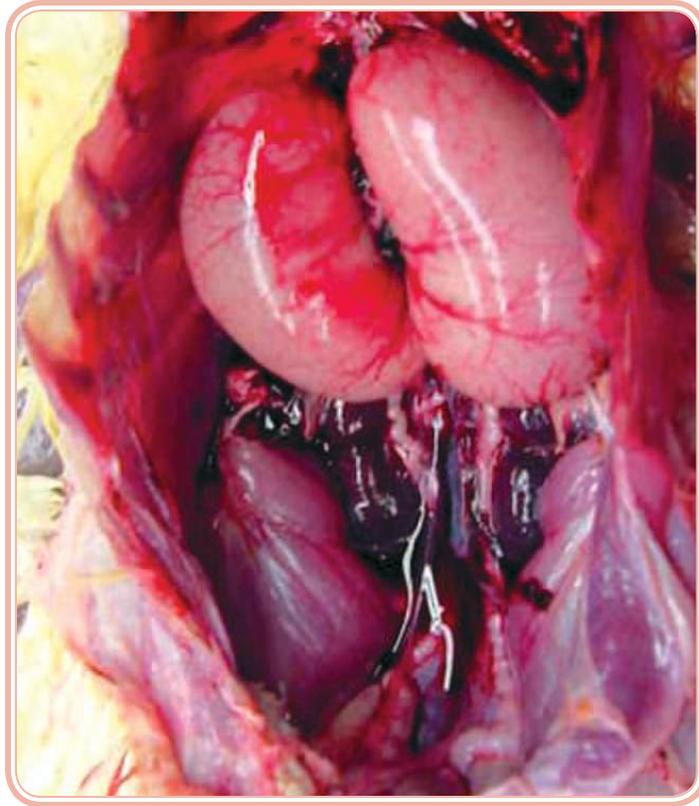
**A-Z**

**Simétricos**  
De mesmo tamanho.



**Figura 7.8: Distribuição espacial do aparelho reprodutor do galo**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de Burrows e Quinn (1937).



**Figura 7.9: Localização intracavitária dos testículos nos machos**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de <[http://www.extension.org/sites/default/files/w/a/ac/Chicken\\_male\\_reproductive\\_tract.jpg](http://www.extension.org/sites/default/files/w/a/ac/Chicken_male_reproductive_tract.jpg)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

Os testículos possuem capacidade de produção de testosterona, androgênios e estrogênio. A testosterona é importante para o crescimento e manutenção dos órgãos sexuais e para o comportamento de corte (MORAES, 2009).

Seu peso pode chegar a 1% do peso do corpo. Por ser intracavitário, funciona à temperatura corporal, não havendo termorregulação como nos mamíferos. Sua função básica é produzir espermatozoide e armazenar sêmen, além da produção de hormônios: testosterona, androgênios e estrogênio.

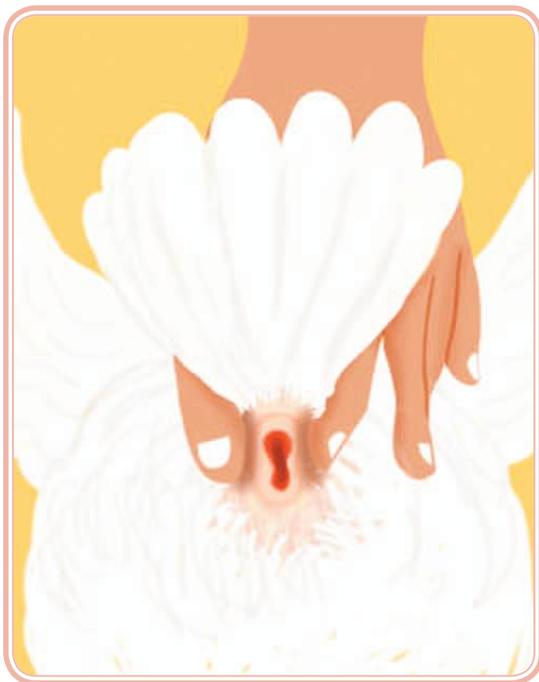
O sêmen compõe-se de espermatozoides e de uma secreção que os mantém em suspensão. O volume varia de 0,5 a 1,1 mL por cada ejaculação e a vida útil do espermatozoide no oviduto da fêmea é de 30 dias. O volume é pequeno devido à inexistência de glândulas bulbouretrais, de próstata ou de glândulas vesiculares (MORAES, 2004).

Além disso, o espermatozoide da ave doméstica é bem diferente daquele do mamífero e sua concentração (número de espermatozoides por mm<sup>3</sup> de sêmen) é de 3,5 milhões.

Os espermatozoides são conduzidos pelos ductos deferentes, que terminam em duas aberturas ou papilas na cloaca para ejeção do sêmen.

A maturidade sexual ocorre com 5 a 9 meses de idade. No verão, um galo adulto pode realizar até 40 cópulas num período de 24 horas, isso se deve ao fenômeno chamado de fotoperiodismo. Quanto mais luz, maior é a atividade sexual e isso é um fator muito importante na produção industrial de aves, na qual se utilizam técnicas de manipulação de fotoperíodo para aumentar a eficiência e produção (MORAES, 2004).

As aves apresentam um aparelho copulatório localizado na extremidade caudal da cloaca que se encontra escondido por uma prega ventral em animais fora da excitação, que recebe o nome de falo. A **intumescência** é principalmente linfática e corresponde à ereção dos animais que têm pênis, porém se utiliza esse termo para animais que não contém o pênis, como as aves (Figura 7.10).



**Figura 7.10: Cloaca de um galo após os movimentos de massagem dorsal e pericloacal, onde se evidencia o falo composto pelos corpos fálcos laterais e medial na metade inferior.**

Fonte: Ilustrado por Amanda Duarte. Adaptado de: <[http://images.engormix.com/p\\_articles/896\\_70,938.jpg](http://images.engormix.com/p_articles/896_70,938.jpg)>. Acesso em: 27 nov. 2012.

## A-Z

### **Intumescência**

Ação ou efeito de intumescer(-se), ato de acrescentar volume.



## Resumo

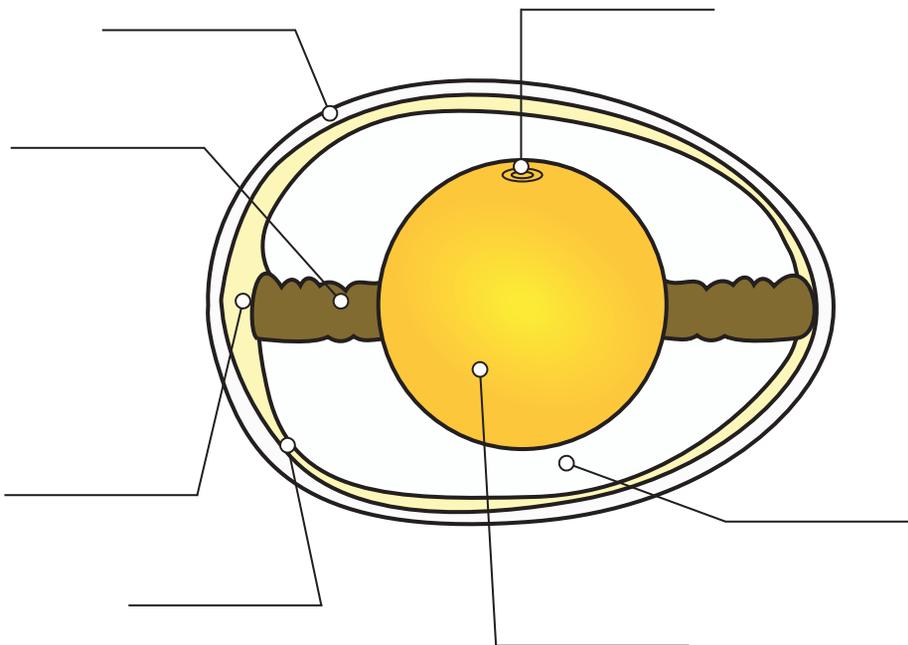
Nesta aula, você pode estudar as características gerais do sistema urinário e reprodutor das aves domésticas. Pode também conhecer um pouco da anatomia reprodutiva de machos e fêmeas e relacionar com os aspectos fisiológicos da reprodução em avicultura.



Para conhecer um pouco mais sobre o tema desta aula, você pode acessar o link <[http://www.uff.br/fisiovet1/Reprod\\_aves.pdf](http://www.uff.br/fisiovet1/Reprod_aves.pdf)>, da Universidade Federal Fluminense, que traz um material sobre "Reprodução das aves".

## Atividades de Aprendizagem

1. Coloque os nomes das partes constituintes do ovo que estão indicados pelas setas:



2. Quais as principais diferenças entre o sistema reprodutor das aves e dos mamíferos?
3. Como são os rins das aves?



# Aula 8 – Fisiologia da termorregulação

## Objetivos

Conhecer alguns dos mecanismos de termorregulação das aves em avicultura.

Relacionar os conhecimentos de modo a promover o bem-estar dos animais em produção.

## 8.1 Introdução

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento, com o mais eficiente desempenho já conhecido. O metabolismo das aves ficou ainda mais acelerado, com os avanços da genética e da nutrição voltados para um crescimento rápido, com máxima deposição proteica, principalmente de peito e coxa, melhor utilização dos nutrientes da dieta e boas conversões alimentares. Entretanto, sua capacidade termorreguladora continuou deficiente para enfrentar grandes desafios das altas temperaturas (LANAGÁ, 2008).

As aves adultas são consideradas animais homeotérmicos, isto é, conseguem manter sua temperatura corporal mais ou menos constante, entre 40,6 e 41,9°C. Para manter esse equilíbrio, elas precisam eliminar o calor produzido pelo seu organismo durante os processos metabólicos, através dos mecanismos da **termorregulação**.

Segundo Furlan e Macari (2008), apesar dessa capacidade de homeotermia, as variáveis ambientais podem ter efeitos positivos como negativos sobre a produção de frangos de corte e aves de postura. A condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível, para evitar os efeitos negativos sobre o desempenho produtivo destes animais. Isso porque pode afetar o metabolismo (produção de calor corporal em temperaturas baixas e dissipação de calor corporal em temperaturas altas), com conseqüente efeito sobre a produção animal (carne e ovos) e a incidência de doenças metabólicas, como a síndrome da hipertensão pulmonar (ascite).

### A-Z

#### Termorregulação

É a capacidade de manutenção da temperatura corpórea dentro de certos limites, mesmo quando a temperatura do ambiente é diferente.

## A-Z

### Homeostase

É a propriedade de um sistema aberto, seres vivos especialmente, de regular o seu ambiente interno para manter uma condição estável, mediante múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico, controlados por mecanismos de regulação inter-relacionados.

Assim, para se obter melhor desempenho produtivo na avicultura, deve-se estar atento à interação entre o animal e o ambiente, a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos sejam os menores possíveis (FURLAN; MACARI, 2002).

Nesta aula, você vai conhecer um pouco dos mecanismos fisiológicos das aves domésticas para a manutenção da **homeostase** e garantia de bom desenvolvimento zootécnico. Mais detalhes serão estudados na disciplina “Bem-estar e Ambiência das Aves”.



Vamos lembrar uma definição importante antes de iniciar o estudo dos próximos itens: o que é termorregulação?

## 8.2 Controle da temperatura em aves

O ambiente a que são submetidas as aves é considerado como um dos principais aspectos no sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Dentre os fatores ambientais, as condições térmicas representadas pela temperatura, umidade e movimentação do ar, são aquelas que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia (TINÔCO, 1996).

O sistema homeostático de controle é um conjunto de componentes interligados que atuam para manter relativamente constante um parâmetro físico ou químico do organismo da ave, como por exemplo, a temperatura corporal. Assim, a manutenção da temperatura corporal das aves é função de mecanismos de produção e perda de calor.

Quando o ambiente térmico se altera, até o ponto em que os processos metabólicos tenham que mudar para manter a homeostase, esta alteração é chamada de estresse (HARRISON, 1995).

À medida que a temperatura corporal se eleva, durante o estresse calórico, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação do calor e reduzir a produção metabólica de calor. Já durante o estresse pelo frio, é observado efeito oposto com redução na dissipação de calor e aumento na produção de calor.

As aves não possuem glândulas sudoríparas e se desprendem do excesso de calor corporal de quatro maneiras diferentes:

- radiação – ocorre na superfície da pele da ave e escapa pelo ar até outro objeto (por exemplo, outra ave);
- condução – o calor pode transferir-se diretamente para objetos mais frios com os quais a ave está em contato, tais como gaiola, ninhos, ou os pisos de sarrafos;
- convecção – o calor corporal também pode perder-se no ar do meio ambiente;
- evaporação da água do trato respiratório.

Em temperatura ambiente entre 28°C e 35°C, as perdas de calor por radiação, condução e convecção são normalmente adequadas para manter a temperatura corporal. À medida que a temperatura chega perto da temperatura da ave de 41°C, a eficiência da perda de calor diminui. A este ponto a evaporação se torna um mecanismo de mais perda de calor na ave.

A evaporação de um grama de água dissipa 540 calorias de energia para a manutenção. As altas temperaturas fazem com que a ave comece a jaderar (respiração pela boca), ou a hiperventilar-se para aumentar o resfriamento por evaporação. Quando o jadeo falha em prevenir que a temperatura corporal suba, a ave fica letárgica, em coma e morre.

A conduta das aves em relação às condições de calor e frio é apresentada no Quadro 1.



Aves não têm a capacidade de transpirar, dessa forma, liberam o excesso de calor pela respiração e pelas superfícies desprovidas de penas, como cristas, barbelas e área sobre as asas, facilitando a termólise por radiação, convecção e condução.



**Quadro 8.1: Conduta das aves em relação às condições ambientais de calor e frio**

Calor	Frio
Buscam sombra	Buscam sol
Buscam lugares frescos	Buscam lugares secos
Expõem-se ao vento	Refugiam-se do vento
Buscam pisos frios	Buscam pisos quentes
Aumentam o consumo de água	Diminuem o consumo de água
Diminuem o consumo de alimento	Aumentam o consumo de alimento

Fonte: Abreu e Abreu (2004).

As respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

### 8.3 Zona de conforto térmico

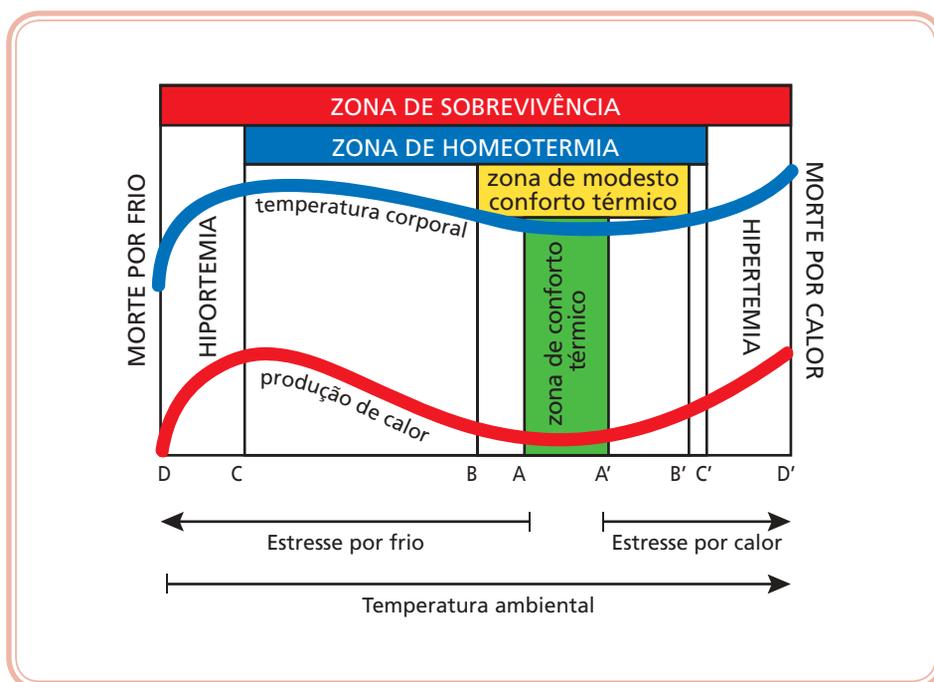
Para determinada faixa de temperatura efetiva ambiental, a ave mantém constante a temperatura corporal, com mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios. É a chamada zona de conforto térmico (ZCT) ou de termoneutralidade, em que não há sensação de frio ou de calor e o desempenho animal em qualquer atividade é otimizado.



As aves procuram por locais mais frescos no aviário, no intuito de aumentar as perdas de calor por condução, já que suas pernas e pés possuem um sistema vascular bem desenvolvido, responsáveis pela perda de calor sensível para o ambiente, o que é facilitado pela ausência de penas.

Quando o ambiente térmico encontra-se acima da ZCT, a atividade física é reduzida, diminuindo a produção interna de calor das aves. O sangue migra para a superfície corporal, principalmente, para as cristas e barbelas. A vasodilatação que ocorre, faz com que as cristas e barbelas aumentem de tamanho. Desta forma, o calor metabólico migra à superfície do corpo, podendo ser liberado ao ambiente pelos processos de condução, convecção e radiação (MOURA, 2001).

Na Figura 8.1, observa-se que a zona de conforto térmico é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a zona de homeotermia, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos C e C'; e a zona de sobrevivência, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos D e D'. Nas temperaturas efetivas ambientais situadas na faixa limitada pelos pontos A e D, o animal está estressado por frio e nas de A' a D', por calor.



**Figura 8.1: Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas**

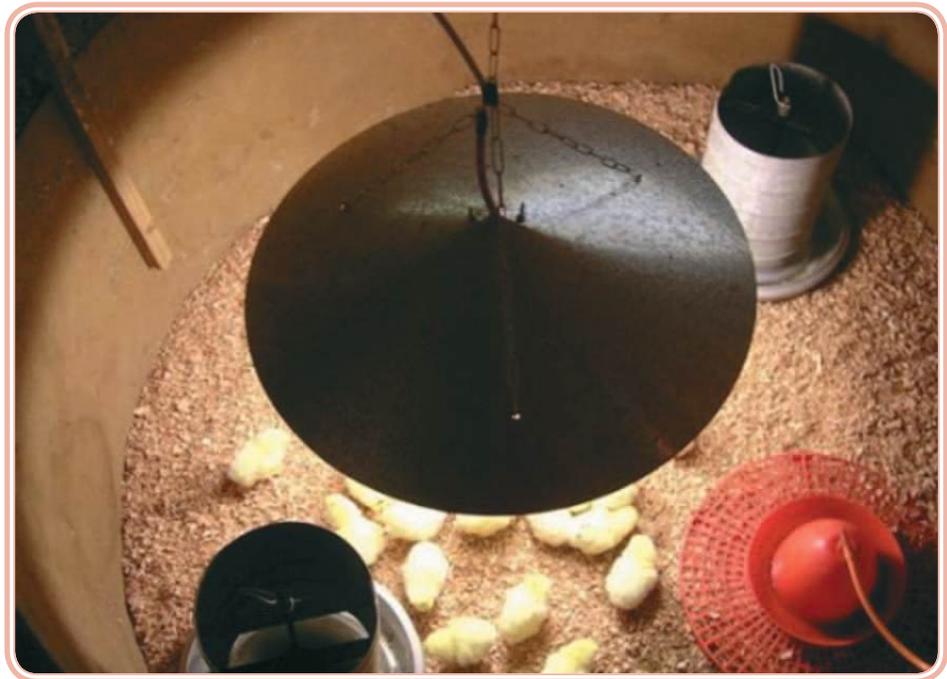
Fonte: Adaptado de Curtis (1983).

A temperatura efetiva ambiental do ponto B é a temperatura crítica inferior (TCI) e abaixo desta o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para incrementar a produção e a retenção de calor corporal, compensando a perda de calor para o ambiente, que se encontra frio. Nessa faixa, a capacidade do animal de aumentar a taxa metabólica torna-se relevante para a manutenção do equilíbrio homeotérmico.

Para temperaturas efetivas ambientais abaixo daquela definida no ponto C, a ave não consegue mais balancear a sua perda de calor para o ambiente e a temperatura corporal começa a declinar rapidamente, acelerando o processo de resfriamento. Se o processo continua por muito tempo ou se nenhuma providência for tomada, o nível letal D, é atingido e o animal morre por hipotermia.



Os pintos quando criados em temperaturas muito abaixo da zona de conforto apresentam menor consumo de ração e água. Por permanecerem agregados (Figura 8.2), o objetivo é reduzir a perda de calor para o meio e manter a homeostase térmica. Devido a esse comportamento, os pintos diminuem a ida ao comedouro e bebedouro.



**Figura 8.2: Aves jovens agregadas embaixo da campânula**

Fonte: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaProducaoFrangosCorteColoniais/manejo1.jpg>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

Na zona de hipertermia, os mecanismos de controle da temperatura não são capazes de providenciar suficiente resfriamento para manter a temperatura corporal em seu nível normal. Para que o mecanismo de homeostase seja eficiente, é necessário que a temperatura ambiente esteja dentro de certos limites. Nesse sentido, o aperfeiçoamento das instalações com adoção de técnicas, como manejo de cortinas (Figura 8.3) e equipamentos de condicionamento térmico ambiental tem superado os efeitos prejudiciais de alguns elementos climáticos, possibilitando alcançar bom desempenho produtivo das aves.





Para conhecer um pouco mais sobre a termorregulação em aves e o seu bem-estar, você pode acessar o link <<http://www.cnpsa.embrapa.br/genomafrango/publica/apinco-jorge.pdf>>, que traz um boletim da Embrapa sobre o tema.

## Resumo

Nesta aula, você conheceu alguns dos aspectos relacionados à fisiologia da termorregulação das aves e sua importância para promover o desenvolvimento e bem-estar dos animais em produção.

## Atividades de aprendizagem

1. O que é termorregulação e homeostase?
2. Como as aves se desprendem do excesso de calor já que não possuem glândulas sudoríparas?
3. Quais as condutas das aves no frio?
4. O que é a zona de conforto térmico?
5. Qual a importância das instalações e equipamentos para o bem-estar das aves?

## Referências

- ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2010.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Guia de apoio didático para os três volumes da obra Conceitos de Biologia**. São Paulo: Moderna, 2001. p. 206.
- ARAÚJO, Ana Cristina Pacheco de. **Apostila do Curso de Zootecnia: Anatomia dos Animais de Produção II**. Pelotas, RS: Instituto de Biologia, Departamento de Morfologia, Universidade Federal de Pelotas, 2010. 70 p.
- BAHR, J. M.; JOHNSON, P. A. Reproduction in poultry. In: CUPPS, P. T. **Reproduction in domestic animals**. 4. ed. San Diego, California: Academic Press Inc., 1991. p. 555-575.
- BERGE, J. C. V. Miologia das aves. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. Tradução: Sisson/Grossman. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1981. p. 1691-1728.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75 - 95.
- BURKE, W. H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 38. p. 660-680.
- BURROWS, W. H.; QUINN, J. P. The Collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. **Poultry Science, Amsterdam**, v. 16, p. 19-24, 1937.
- CANTOR, A.; PESCATORE, T.; JACOB, J. **The avian skeletal system. 2011**. Disponível em: <[http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy\\_Skeletal.pdf](http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy_Skeletal.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2012.
- DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J. (Ed.). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Spain: Lynx Edicions, 1992. v 1. 696p.
- FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Raças de galinhas mais apropriadas para criações comerciais e de subsistência no Brasil**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 8 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 347).
- FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. v 2.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 279-297.

JACOB, J.; PESCATORE, T.; CANTOR, A. **Avian respiratory system**. 2011. Disponível em: <[http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy\\_Respiratory.pdf](http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy_Respiratory.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2012.

MACARI, M.; GIVISIEZ, P. E. N. Fisiologia respiratória. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 37-49.

MORAES, I. A. **Reprodução das aves**. 2004. Disponível em: <[www.uff.br/fisiovet](http://www.uff.br/fisiovet)>. Acesso em: 14 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. **Fisiologia da reprodução das aves domésticas**. Rio de Janeiro: Departamento de Fisiologia e Farmacologia; Universidade Federal Fluminense, 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/fisiologia-reprodutiva-das-aves/64373/#ixzz2CDPrUTx5>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; PAN, E. A. **Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. Pelotas**: UFPel, 1996. Apostila.

VEIGA, J. **O esqueleto de uma ave**. Disponível em: <<http://www.avespt.com/p/esquelet.asp>>. Acesso em: 1 maio 2012.

## **Currículo da Professora-autora**

Luciane Sperandio Floriano possui graduação em Zootecnia pela Universidade Católica de Goiás e mestrado em Aquicultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é professora do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – e aluna de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Goiás. Tem experiência na área de Zootecnia, Recursos Pesqueiros e Aquicultura.







·rede  
**e-Tec**  
Brasil

