

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**BRUNA DE OLIVEIRA**

**ANATOMIA DO SISTEMA PORTA-HEPÁTICO EM AVES – REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

**Ilha Solteira**

**2021**

**BRUNA DE OLIVEIRA**

**ANATOMIA DO SISTEMA PORTA-HEPÁTICO EM AVES – REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Zootecnista.

**Orientador: Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca  
e Documentação

Oliveira, Bruna de.

O48a Anatomia do sistema porta-hepático em aves: revisão bibliográfica / Bruna de Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021

48 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Alan Peres Ferraz de Melo

Inclui bibliografia

1. Anatomia de aves. 2. Fígado. 3. Sistema porta-hepático. 4. Trato digestório.

  
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção  
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação  
CRB/8 - 9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**CURSO DE ZOOTECNIA**

**ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**


**TÍTULO: "ANATOMIA DO SISTEMA PORTA-HEPÁTICO EM AVES –  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"**

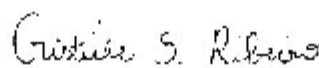
**ALUNO(A): BRUNA DE OLIVEIRA – RA 161051031**

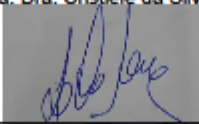
**ORIENTADOR: Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo**

**- Aprovado ( X ) - Reprovado ( ) pela Comissão Examinadora**

**Comissão Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo  
*Presidente (Orientador)*

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Crisiele da Silva Ribeiro

  
\_\_\_\_\_  
Mestre Lúcio de Oliveira e Sousa

  
\_\_\_\_\_  
Aluna: Bruna de Oliveira

Ilha Solteira(SP), 14 de setembro de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado força e competência pra chegar até aqui concluindo enfim esta fase tão importante que é adquirir um diploma. Obrigada por sempre estar ao meu lado durante os altos e baixos dessa fase. A minha mãe Lourdes e irmã Larissa por terem me apoiado sempre e incondicionalmente. A minha avó Aparecida, pois se estivesse aqui, estaria muito feliz e orgulhosa. Ao meu namorado, João Paulo, que esteve me acompanhando e incentivando meu crescimento profissional. Ao Benício, Lucca, Leticia, Sueli, Flávio, Miguel e Alessandro por terem feito parte desde a entrada e saída da universidade.

Aos meus professores, por todo aprendizado e compreensão. Ao meu orientador Alan Peres Ferraz de Melo por toda a paciência, dedicação e conselhos, agradeço a ele e a minha banca examinadora por fazer parte desse momento especial, Lucio de Oliveira e Souza e Cristiéle Da Silva Ribeiro.

As amigadas que fiz nesse curso e continuo levando para a vida: Laura, Debora, João Vitor, Isabelle, Isadora, Nathally e Noemi. E as amigadas antigas, em especial a Joyce, Amanda, Malintza, Bruna, Bruno, Arthur S, Arthur F e Camila. Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa conquista.

## RESUMO

Objetivou-se revisar as semelhanças e diferenças do sistema porta-hepático em diferentes espécies de aves, com o uso de pesquisas bibliográficas, tendo como fonte primária artigos científicos com relevância internacional acerca do tema. As aves se adaptaram a essa evolução de acordo com os recursos alimentares disponíveis, o que permitiu a sobrevivência das populações. O fígado é a maior glândula em aves, e ocupa a porção ventral da área cranial e média do corpo e funciona como glândula endócrina e exócrina (secreta no sangue e em dutos), e tem função de armazenar e filtrar sangue, produzir bile e metabolizar gorduras, proteínas e carboidratos. Nas aves o sistema porta-hepático conduz os nutrientes e outras substâncias provindas da alimentação e que são absorvidas pelo intestino, pâncreas, estômago e regiões do intestino grosso. Nas espécies de aves deste estudo foram observadas características anatômicas variadas, que foram descritas a seguir, pelo ponto de vista do sistema porta-hepático. Na maioria das aves aqui estudadas, foram observadas estruturas anatômicas diferentes do sistema porta-hepático, entretanto a sua funcionalidade desta sempre foi a mesma em todos os animais, que é encaminhar o sangue venoso (sangue pobre em oxigênio) do trato gastrointestinal através do fígado, antes de misturá-lo com sangue venoso do resto do corpo.

**Palavras-chave:** Anatomia de aves, fígado, sistema porta-hepático, trato digestório.

## **ABSTRACT**

The objective was to review the similarities and differences of the porta-hepatic system in different species of birds, using bibliographical research, having as primary source scientific articles with international respect for the subject. Birds have adapted to this evolution according to available food resources, which needs the populations. The liver is the largest gland in birds, and occupies the ventral portion of the cranial and middle area of the body and functions as an endocrine and exocrine gland (secreted in blood and ducts), and has the function of storing and filtering blood, producing bile and metabolizing fats, proteins and carbohydrates. In birds, the hepatic portal system carries nutrients and other substances from the feed and which are absorbed by the intestine, pancreas, stomach and regions of the large intestine. The bird species in this study had varied anatomical characteristics, which were the same below, from the point of view of the hepatic-gate system. In most of the birds studied here, anatomical structures different from the hepatic portal system were observed, however its functionality was always the same in all animals, which is to forward venous blood (poor oxygen blood) from the gastrointestinal tract through the liver, before mixing it with venous blood from the rest of the body.

**Keywords:** Anatomy of birds, digestive tract; liver, porta-hepatic system.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	- Fígado de ema <i>Rhea americana</i> .....	24
<b>Figura 2</b>	- Fotomicrografia das veias tributarias da veia porta hepática de avestruz ( <i>Struthio camelus</i> ) .....	27
<b>Figura 3</b>	- Face visceral de fígado de Ganso.....	29

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Sistema digestório em aves.....	13
2.2	Pâncreas de aves.....	20
2.3	Fígado de aves .....	20
2.4	O sistema porta-hepático em aves.....	23
3.	CONCLUSÃO.....	30
4.	REFERÊNCIAS.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria avícola é o setor mais dinâmico dentro do negócio global de carnes durante a última década, com o maior crescimento refletido no aumento da demanda global de alimentos. Galinhas (70%) e perus (8%) são as fontes mais comuns de carne de aves, mas também há outras carnes comercialmente disponíveis (22%), como de patos, gansos, pombos, codornizes, faisões, avestruzes e emas (ROENIGK, 1999; USDA, 2006; AL-NASSER *et al.*, 2007). Brasil e China em particular tem se destacado como grandes produtores de carne de aves, o notável desenvolvimento como grande exportador foi facilitado pela adoção de regulamentos estritos de segurança alimentar (FAO,2013). A preferência do consumidor também vem mudando em muitos países desenvolvidos, caracterizada por maior demanda por alimentos de baixa caloria e mudanças no estilo de vida, o que reduz o tempo gasto pelo consumidor no preparo dos alimentos (FAO, 2010; FAO, 2012; USDA, 2012).

A alimentação de aves constitui 60 a 70 % dos custos de produção, qualquer tentativa de abater esse custo pode levar a uma redução significativa no custo total de produção (THIRUMALAISAMY *et al.*, 2016). As aves são animais monogástricos, e apresentam enzimas que auxiliam na degradação de carboidratos complexos (fibras) como celulose, hemicelulose e lignina (KARASOV e DOUGLAS, 2013). Visto que o carboidrato complexo é o principal componente dos subprodutos fibrosos, existe a necessidade de se entender a funcionalidade de alguns órgãos que são fundamentais nesse processo digestivo, inclusive conhecê-los e caracterizá-los histologicamente, por exemplo, como forma de observar de perto essas estruturas em benefício à saúde e a produção animal (CHUAN *et al.*, 2021).

O sistema digestório das aves é responsável pela manutenção da vida (MACARI *et al.*, 1994), apresentando um tubo adaptado para processar e aproveitar eficientemente o alimento disponível em seu habitat (DUKE, 1996; POUGH *et al.*, 1999). As aves se adaptaram a essa evolução de acordo com os recursos alimentares disponíveis, o que permitiu a sobrevivência das populações (PETERSON *et al.*, 1971). O sistema digestório de aves é

composto por esôfago, estômago glandular, estômago mecânico, intestino delgado e intestino grosso (BENNETT e DEEM, 1996).

O fígado é a maior glândula em aves, e ocupa a porção ventral da área cranial e média do corpo e funciona como glândula endócrina e exócrina (secreta no sangue e em dutos), e tem função de armazenar e filtrar sangue, produzir bile e metabolizar gorduras, proteínas e carboidratos (MCLELLAND, 1989; KOLB, 1984). Nas aves, o fígado é dividido em dois lobos, unidos cranialmente no meio, sendo o esquerdo menor que o direito, e em fêmea este órgão se estende da terceira vértebra torácica até a quarta lobossacral (WHITLOW, 2000; CACECI, 2006; AL-A'ARAJI, 2015). O lado direito é mais largo, pois é atravessado pela veia cava caudal e anexado a ele está à vesícula biliar fusiforme.

Nas aves o sistema porta-hepático conduz os nutrientes e outras substâncias provindas da alimentação e que são absorvidas pelo intestino, pâncreas, estômago e regiões do intestino grosso (ceco e reto) (NICKEL *et al.*, 1977). Desta forma, as substâncias encontradas na ração são facilmente metabolizadas, entretanto, fatores tóxicos nos alimentos ou quando são injetados nos membros, a toxicidade é rápida, pois existe a comunicação com o sistema porta-renal (BENEZ, 1986). A veia porta-hepática e sua auxiliar transversa são responsáveis por drenar o sangue do ventrículo gástrico, pâncreas, intestino e baço, na direção do fígado (SANTOS *et al.*, 2009; PIRAS *et al.*, 2010).

Existem poucas informações acerca da irrigação da cavidade celomática, principalmente quanto às aves, apesar da enorme variedade de espécies brasileiras (GONÇALVES, *et al.*, 2011). Assim, objetivou-se revisar as semelhanças e diferenças do sistema porta-hepático em diferentes espécies de aves, cujo dados foram coletados através de levantamento de pesquisas bibliográficas, tendo como fonte primária artigos científicos com relevância internacional nas bases eletrônicas de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO), portal PUBVET, e alguns livros sobre o tema sem critério para escolha do período. As seções de referencial teórico discorrem: nas emas, avestruz, gansos, papagaios-verdadeiros e graças-vaqueiras, comparando as informações extraídas de diversos autores da literatura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistema digestório em aves

O trato digestivo das aves modernas teve que se adaptar a mudanças devido à criação intensiva de número de ovos para poedeiras e taxa de crescimento para aves de corte (SVIHUS, 2014). Semelhante a outras espécies animais, o alimento é ingerido, hidratado, moído em pequenas partículas, acidificado e atacado por enzimas endógenas (MOFTAKHARZADEH *et al.*, 2019). Os macronutrientes são decompostos em monossacarídeos, dipeptídeos e aminoácidos, ácidos graxos livres e monoglicerídeos que são absorvidos, entretanto existem algumas particularidades específicas nas aves (NUNES *et al.*, 2013; SVIHUS, 2014).

O trato gastrointestinal das aves basicamente é constituído de um tubo aberto de duas extremidades (como também é visto em mamíferos) que começa no bico e termina na cloaca. Em ordem sequencial é composto por boca, esôfago, papo, proventrículo, ventrículo (moela), intestino, ceco, reto e cloaca, e em algumas dessas estruturas podem ser vestigiais ou mesmo perdidas durante a evolução de algumas espécies (HARRISON e FOOTLIGHT, 2006).

Nas aves, a orofaringe é composta pela cavidade oral e pela faringe, sem divisão distinta entre as duas regiões, e revestido por epitélio escamoso estratificado (DENBOW, 2000). De acordo com os autores, no lugar do palato mole, essas aves apresentam uma fissura longitudinal mediana chamada coana, que liga a cavidade oral à cavidade nasal, sendo essa superfície revestida por numerosas papilas. A língua do psitacídeo pode ser de pigmentação escura (HADLEY, 2005), e o muco é secretado pelas glândulas salivares que lubrificam os alimentos e permite uma maior facilidade de deglutição para as aves. As glândulas salivares de algumas aves também podem secretar amilase, que auxilia na digestão de carboidratos (DENBOW, 2000).

O esôfago dessas aves tem paredes finas e é altamente distensível, com dobras longitudinais que revestem o epitélio escamoso estratificado incompletamente queratinizado com numerosas glândulas mucosas (secretam

muco), ao longo do lado direito do colo do útero. O papo está localizado cranialmente à entrada torácica na terminação do esôfago, e é revestido por um epitélio escamoso estratificado queratinizado, e nesta região ocorre uma digestão leve de carboidratos (DENBOW, 2000).

Ao ser consumido, o alimento não é hidratado e moído na boca, mas engolido sem qualquer processamento considerável (exceto em algumas espécies, onde a casca externa de algumas sementes é removida), e engolido para passar pelo papo, ou diretamente para o proventrículo e moela quando esta seção do trato digestivo está vazia (CHAPLIN *et al.*, 1992; FAO, 2013).

A capacidade de armazenamento da moela é geralmente limitada a um máximo de 5 a 10 g de ração e, portanto, o armazenamento no papo é necessário se grandes quantidades de ração forem consumidas (JACKSON e DUCK, 1995; FRÖHLICH, 2013). Em frangos de corte com alimentação *ad libitum* mostram uma maneira semicontínua de ingerir alimento, e que o papo não é utilizado em sua capacidade máxima nessas condições (NIELSEN, 2004; NEVES *et al.*, 2014). É possível que o papo tenha um papel principalmente como órgão de armazenamento para aves em situações de alimentação descontínua, e não está envolvida na regulação do consumo de ração, já que a alimentação *ad libitum* diminui o armazenamento no papo (NIELSEN, 2004; EBLING *et al.*, 2015).

O estômago das aves consiste em duas porções distintas: o proventrículo glandular (equivalente ao estômago dos mamíferos) e o ventrículo muscular (DENBOW, 2000). O proventrículo se conecta ao papo e é a porção mais cranial (HADLEY, 2005). As glândulas gástricas são unilobulares ou multilobulares e consistem em células colunares altas que secretam muco durante a alimentação. O ventrículo, comumente referido como moela, segue o proventrículo (HADLEY, 2005).

Nas aves, a movimentação dos alimentos ocorre em três fases. Na primeira fase, o istmo, ou região da zona intermediária, se fecha, e os músculos finos do ventrículo se contraem e o piloro relaxa, empurrando o alimento para o duodeno (DENBOW, 2000). Na segunda fase da motilidade, o istmo relaxa enquanto o duodeno e os músculos grossos do ventrículo se contraem, refluindo os alimentos de volta para o proventrículo. Na terceira fase ocorre a contração do proventrículo, que completa o ciclo de motilidade. O

plexo nervoso localizado no istmo é considerado o marca-passo do ciclo de motilidade gastrointestinal.

O proventrículo e a moela são os verdadeiros compartimentos estomacais das aves, onde o ácido clorídrico e o pepsinogênio são secretados pelo proventrículo e misturados com o conteúdo devido aos movimentos musculares da moela (ROSSI *et al.*, 2005; SVIHUS, 2014). É descrito que a atividade de moagem e a regulação desta atividade na moela, onde o ciclo de retificação começa com a contração dos músculos finos, seguida pela abertura do piloro e uma poderosa contração peristáltica no duodeno (DUKE, 1992; SVIHUS, 2011). Após a contração duodenal, o par de músculos grossos se contrai imediatamente, o que resulta em material gástrico sendo empurrado em direção ao duodeno, e material sendo empurrado em uma direção ao proventrículo, e assim, à medida que os músculos grossos começam a relaxar, o proventrículo se contrai e devolve o conteúdo à moela.

Na garça, o estômago consiste em três câmaras, proventrículo cranial e ventrículo caudal, e uma terceira câmara menor, a parte pilórica, achado também registrado para garças, pelicanos e patos (Hodges, 1974; Larsson *et al.*, 1974b) em que acrescentaram que tal parte pode prolongar a permanência de alimentos em garças, pelicanos e patos. no estômago, prolongando assim o período de digestão e evitando que os ossos e conchas de peixes indigestos entrem no intestino. O estômago é pequeno em relação ao peso corporal (cerca de 2,1%) (SENNA *et al.*, 2011), provavelmente pela maciez do alimento ingerido por esta ave, pois com o aumento da aspereza do alimento consumido, o peso do estômago também aumentou devido ao aumento da musculatura do órgão. A superfície ventral do estômago é conectada à parede abdominal ventral pelo mesogástrio ventral (HUSSEIN e REZK, 2016).

Basha (2011), em coruja e Hussein e Rezk (2016) na garça, descrevem que o proventrículo tem forma de cone curto com seção transversal circular. Salem *et al.* (2000), descreve o proventrículo na garça com forma de lente. Senna *et al.* (2011) observou ausência do istmo gástrico na garça-vaqueira, também reportado por Salem & Abdel Rahman (2000) na mesma espécie, e em outras espécies de aves, como bem como em avestruz (BEZUIDENHOUT, 1986), em garça e gralha (IBRAHIM, 1992). Ainda é observada uma diferenciação externa entre o proventrículo e o ventrículo pela coloração mais

escura do primeiro (SENNA *et al.*, 2011). O proventrículo se estende do nível da 7ª costela até o nível da borda cranial do íleo. Está relacionado dorsalmente às alças do jejuno. Relacionava-se ventralmente com o lobo esquerdo do fígado, onde causava impressão, e com a vesícula biliar no lado direito (HUSSEIN e REZK, 2016). A parte pilórica do estômago é pequena e esférica. Emerge da parte cranial da curvatura menor da moela por Ostiumventriculo-piloricum. A parte pilórica do estômago é reduzida na garça-vaqueira (ELNAHLA *et al.*, 2011). O intestino da garça-vaqueira consiste em duas partes principais; o intestino delgado e o intestino grosso. O intestino delgado inclui; duodeno, jejuno e íleo, enquanto o intestino grosso consiste no ceco esquerdo, reto e cloaca (HUSSEIN e REZK, 2016).

O intestino delgado de aves é o principal local para a digestão química e absorção de alimentos e é dividido em duodeno, jejuno e íleo, mas essas três áreas do trato gastrointestinal nem sempre podem ser distinguidas grosseiramente ou histologicamente (DENBOW, 2000). O duodeno é tipicamente em forma de U, e tem uma porção descendente proximal, bem como uma porção ascendente distal que são mantidas juntas por mesentério, e os ductos biliares e pancreáticos na maioria das aves estão localizados próximos uns dos outros na porção mais distal da alça duodenal ascendente (KING e MCLELLAND, 1984). A bile, que é produzida e secretada pelo fígado, é responsável por emulsificar os lipídios para que sejam mais facilmente digeridos pelas enzimas (DENBOW, 2000). O pâncreas exócrino aviário secreta muitas enzimas digestivas semelhantes às secretadas por espécies de mamíferos, e durante o exame post-mortem, o duodeno é facilmente identificado como a alça intestinal mais ventral e o jejuno e o íleo também formam alças em forma de U, mas normalmente têm um diâmetro mais estreito (KING e MCLELLAND, 1984).

Responsável por maior parte da digestão, o intestino delgado também absorve grande parte dos nutrientes, e a primeira parte deste segmento é uma alça duodenal (SVIHUS, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2016). Embora este segmento termine na saída dos dutos pancreáticos e biliares, o conteúdo ácido da moela é misturado com os sucos biliares e pancreáticos, graças aos refluxos gastroduodenais durante a retenção muito curta, em torno de 5 minutos (NOY e SKLAN, 1995). Conseqüentemente, o pH sobe rapidamente para um nível

acima de 6 (SVIHUS, 2011) e o processo de digestão começa. SKLAN *et al.* (1975) e Tancharoenrat *et al.* (2014) relataram que 95% da gordura é digerido no duodeno. Este segmento tem um papel fundamental, uma vez que todos os principais nutrientes são, em grande parte, digeridos e absorvidos nele (SVIHUS, 2014).

Apesar do tamanho extenso, o tempo de retenção do alimento neste segmento é relatado como sendo de 40 a 60 minutos em aves no geral, o que é aproximadamente metade do tempo de retenção do íleo (WEURDING *et al.*, 2001; ROUGIERE e CARRÉ, 2010; SVIHUS e ITANI, 2019). O menor tempo de retenção, apesar de uma capacidade de retenção 25% maior, é uma consequência lógica de uma maior quantidade de material entrando neste segmento em comparação com o íleo (HETLAND e SVIHUS, 2001; SVIHUS e ITANI, 2019). Foi demonstrado que a absorção dos produtos da digestão da gordura, amido e proteína são em grande parte completados no final do jejuno (SELLE e LIU, 2019). O íleo é o último segmento do intestino delgado e termina na junção íleo-ceco-cólon.

Os gansos usam o estômago e o intestino delgado para quebra de nutrientes e ganhar energia, sendo o estômago dividido em duas partes: o proventrículo e a moela (SVIHUS, 2011). De acordo com o autor, o proventrículo inicia a quebra de nutrientes e na moela, o alimento é triturado mais para que o suco gástrico penetre mais facilmente nos alimentos. Os gansos canadenses engolem seixos e cascalho para que o alimento possa ser triturado com eficiência (GIONFRIDDO, 1994). No intestino delgado, enzimas e açúcares, proteínas são quebrados e absorvidos e as gorduras emulsificadas pela bile (BLAIR, 2018). Os nutrientes são absorvidos pela corrente sanguínea, e ocorre o armazenamento desse alimento em forma de glicogênio. Que em seguida, é sintetizado e armazenado nos músculos e fígado para uso posterior quando houver necessidade de energia, já que as aves têm uma taxa metabólica muito alta, e digerem os alimentos rapidamente (ARAÚJO *et al.*, 2019).

A maioria das descrições da anatomia digestiva de ratites foi produzida durante o século XIX. Os sistemas digestivos foram comparados entre diferentes famílias de ratites durante anos (HOME, 1813; GADOW, 1879; 1890; MITCHELL, 1901; PYCRAFT, 1901; BEDDARD, 1911), entretanto essas

descrições eram breves, muito fragmentadas e de difícil interpretação, envolvendo alguns segmentos do trato digestivo, com tamanhos de amostra limitados descrevendo tamanhos absolutos comparativos das diferentes partes de o sistema digestivo inferior (SALES, 2006). No entanto, o relato mais abrangente e claro da anatomia digestiva de qualquer ratita foi apresentada para o avestruz (BEZUIDENHOUT, 1986; 1999).

Nestas aves, o esôfago começa dorsalmente à laringe, passa caudalmente ao longo do lado direito do pescoço, se estende dorsalmente aos brônquios no crânio região torácica a ser posicionada entre o coração e os pulmões. Nenhuma ratite possui o papo (BEZUIDENHOUT, 1986, 1999). As emas possuem um proventrículo fusiforme, com uma região glandular pronunciada. Distalmente, o proventrículo gira cranialmente ao longo do assoalho abdominal para se abrir na moela biconvexa bem desenvolvida que fica na parte cranioventral do abdômen entre o fígado cranialmente e o proventrículo caudalmente (BEZUIDENHOUT, 1986, 1999). Nas emas, a moela não é um órgão muscular pesado (HOME, 1813; CHO *et al.*, 1984). Os cecos das emas são tubulares, fortemente contraídos e com rugas longitudinais, com vilosidades bem desenvolvidas (HERD e DAWSON, 1984). O duodeno em ratites deixa a moela à direita logo acima do centro tendíneo direito através de um piloro estreito e continua em uma alça estendida com membros ascendentes e descendentes que recebe o ducto hepatoentérico do fígado e do ducto pancreático (BEZUIDENHOUT, 1986 , 1999). O fígado, a vesícula biliar e o pâncreas são órgãos acessórios importantes do sistema digestivo de aves (ZAEFARIAN *et al.*, 2019).

A ausência de voo em ratites, como avestruzes, indica uma distinção em seu trato digestivo (FREI *et al.*, 2015). Avestruzes, emas (*Rhea americana*) e emus (*Dromaius novaehollandiae*) possuem diferentes anatomias do sistema gastrointestinal. O avestruz tem um ceco sacular grande e bem desenvolvido e um cólon longo e parcialmente sacular (SKADHAUGE *et al.*, 1984; HONGO *et al.*, 2006). A emu possui um cólon pequeno, enquanto na ema, o ceco e o cólon são pequenos (CHO *et al.*, 1984; HERD e DAWSON, 1984; FREI *et al.*, 2015).

Esta histologia geral descrita acima, demonstras que o trato digestivo do avestruz (BEZUIDENHOUT e VAN ASWEGEN, 1990) é consistente com a de

outras espécies de aves, com a presença de uma musculatura bem desenvolvida da mucosa na moela, característica do avestruz. Essa camada é formada por proteínas secretadas pelas glândulas mucosas tubulares e contém células descamadas e detritos celulares. No avestruz, ao contrário de outras aves, ele se estende até o proventrículo com exceção do remendo glandular (FOWLER, 1991; HUCHZERMEYER, 1998). O duodeno no avestruz deixa a moela à direita logo acima do centro tendíneo direito através de um piloro estreito e continua em uma alça estendida com membros ascendentes e descendentes que recebe o ducto hepato-entérico do fígado e do ducto pancreático (BEZUIDENHOUT, 1986, 1999). De acordo com os autores, o jejuno termina no pequeno divertículo vitelino (divertículo de Meckel), após o íleo enrolado, a parte mais longa do intestino delgado, continua até a junção íleo-retal. A junção dos dois cecos começa à direita, caudal ao fígado e se estendem caudalmente em ambos os lados do íleo até a pelve.

Em frangos de corte, foi demonstrado que a absorção dos produtos da digestão de gordura, amido e proteína é amplamente concluída no final do jejuno (CLENCH e MATHIAS, 1995). O par de cecos está localizado na junção do íleo e cólon como sacos cegos alongados direcionados ao longo do íleo (MCLELLAND, 1989; SVIHUS *et al.*, 2013). Os cecos nos galiformes são geralmente longos e particularmente bem desenvolvidos com uma porção proximal constricta, medida por Clarke (1978), como sendo de 1 a 2 mm de largura em galinhas de 3 semanas, que se unem ao cólon logo distal ao anel muscular que separa o íleo do cólon. A funcionalidade do ceco é em grande parte afetada pela dieta, e ele aumenta como consequência do aumento da quantidade de material fermentável na dieta. Um exemplo extremo ocorre o lagópode escocês (*Lagopus lagopus*), onde o ceco é 30% mais longo no inverno como consequência de uma dieta mais rica em fibras (PULLIAINEN e TUNKKARI, 1983), e em perus o ceco é 25% mais longo contendo o dobro de MS após adaptação a uma dieta rica em fibras (DUKE *et al.*, 1984).

## 2.2. Pâncreas de aves

Nas aves o pâncreas encontra-se dentro de uma alça do duodeno, e as enzimas digestivas produzidas nas glândulas túbulo-ascinares deste órgão são coletadas em dutos (ROUTMAN *et al.*, 2003). O pâncreas também produz bicarbonato, que protege o pH intestinal. O pâncreas possui componentes exócrinos que produzem enzimas digestivas e endócrinos responsável pela produção de insulina, glucagon e somatostatina além de atuar na regulação do metabolismo dos carboidratos (CORMACK, 2008; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013; Dupont, 2015)

Em periquitos, os três lobos pancreáticos são drenados cada um por um ducto separado, dois dos quais entram na superfície interna da alça duodenal distal próxima ao ducto biliar e outra que entra no lado oposto do duodeno e o suco pancreático aviário contém enzimas semelhantes às dos mamíferos, incluindo amilase, lipases, tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases A, B e C, desoxirribonucleases, ribonucleases e elastases (KIRK e KLASSING, 1999).

O pâncreas de emas é longo, e achatado, de cor amarela-clara, composto por um lobo frontal e um dorsal, e em sentido longitudinal, está localizado no mesentério dorsal, do fígado ao duodeno, preso por ligamento às alças duodenais (BAILEY *et al.*, 1997). Em pombos é descrito diferente, estes apresentam um duodeno ventral ao lobo dorsal (NICKEL, *et al.*, 1997), e em gansos apenas dois dutos (GULMEZ, 2003), que observou em. Por microscopia, o pâncreas das emas é estruturado por uma cápsula delgada de tecido conjuntivo frouxo (RODRIGUES, *et al.*, 2012). Estruturas similares foram observadas em galinhas, e acresce que as células glandulares continham unidades exócrinas, e o revestimento de epitélio cúbico (KADHIM, *et al.*, 2010). Em emas não existem grandes discrepâncias quanto ao padrão histológico pâncreas-hepático em comparação a outras aves, especialmente na subclasse das ratitas (RODRIGUES, *et al.*, 2012).

### 2.3. Fígado de aves

O fígado das aves é semelhante ao de mamíferos que têm a mesma estrutura básica, mas os lóbulos do fígado das aves não são claros. As trabéculas interlobulares não são claras devido à perda de tecido conjuntivo que determina esses lóbulos (ELIAS e BENGELSDORF, 1952). As placas hepáticas em aves que consistem em uma a duas camadas de células hepáticas foram ramificadas, anatomizando e se estendendo radicalmente para a periferia do lóbulo.

Nas aves, o fígado tem dois lobos de tamanho similar, e seu principal papel digestivo é a produção de ácidos biliares e sais biliares (RODRIGUES, *et al.*, 2012). Esses ácidos e sais biliares, fosfolipídios e colesterol são secretados nos canálculos biliares e coletados pelos dutos biliares. A vesícula biliar está presente em algumas espécies, mas está ausente em outras (por exemplo, muitos psitacídeos, como periquitos) (KIRK e KLASSING, 1999).

Em estudo histológico em aves é reportado que o fígado é rodeado por densos tecidos conjuntivos que consistem principalmente de fibras de colágeno com pequenas células, a maioria fibroblastos (AL-HAMADAWI *et al.*, 2017). Acima desses tecidos conjuntivos há uma camada de mesotélio de peritonite, essas fibras de colágeno e mesotélio formam a cápsula que é chamada de cápsula de Glasson. Essas fibras de colágeno aparecem com uma cor rosa, enquanto as células do mesotélio aparecem com uma cor azul escura quando são coloridas com hematoxilina-eosina (H&E).

Em aves domésticas, em avestruz, em perus e em galinhas e galinhas-d'água (NICKEL *et al.*, 1977; STORNELLI *et al.*, 2006; AL-A'ARAJI, 2015; HUSSEIN e HUSSEIN, 2016), foi observado que o lobo direito do fígado é maior e não dividido, enquanto que o lobo esquerdo é menor e dividido. No entanto, Pesquisadores reportam dois lobos do fígado de galinha iguais em tamanho (SCHMIDT *et al.*, 2003). Em galinhas-d'água é notado que o lobo esquerdo do fígado é maior que o direito (IBRAHIM *et al.*, 2016) e duas divisões na extremidade caudal das gaivotas de lobo direito (KHALEEL *et al.* 2017) reportaram. Um resultado que não foi observado em frangos (MAHER, 2019).

Em fígado de emas existem dois lobos, unidos pela linha média (RODRIGUES, *et al.*, 2012). Nesse sentido, notaram que o lobo direito é menor

que o esquerdo, e com disposição mais cranial. Em contrapartida, a superfície parietal é convexa e lisa, conforme outros autores perceberam previamente, em pombos e outras aves. Segundo a literatura, existem divergências científicas quanto ao número de lobos hepáticos nas aves, em geral (NICKEL *et al.*, 1977; KIRK e KLASSING, 1999; SCHMIDT *et al.*, 2003; STORNELLI *et al.*, 2006; RODRIGUES, *et al.*, 2012; AL-A'AARAJI, 2015; HUSSEIN e HUSSEIN, 2016; IBRAHIM *et al.*, 2016; KHALEEL *et al.*; 2017).

O fígado cranialmente se relaciona ao ápice coração enquanto dorsalmente os pulmões, proventrículo gástrico e esôfago se conectam caudalmente ao duodeno, baço, ventrículo gástrico e parte do jejuno, ademais, a vesícula biliar foi percebida nos animais mais jovens (RODRIGUES, *et al.*, 2012). Ao comparar seus resultados a outras pesquisas, observaram que Schwarze (1972) em galinhas, descreveu essa anatomia similarmente, enquanto que em fígados de pombos, não apresenta processo intermédio nem vesícula biliar (NICKEL, *et al.*, 1977).

Na análise histológica, o fígado de emas possui revestimento de tecido conjuntivo delgado, coberto de uma fina camada de células mesoteliais, configurando a serosa que protege o órgão (RODRIGUES *et al.*, 2012), similar a descrição de pesquisas anteriores (BACHA e BACHA, 2003). Podemos descrever que em emas, os lóbulos hepáticos apresentam veias centrais iguais no periquito australiano (MATSUMOTO *et al.*, 2009). Quanto ao ducto biliar, este é formado por epitélio cúbico simples, sendo que a vesícula se demonstrou semelhante aos mamíferos, com revestimento de células epiteliais colunares simples.

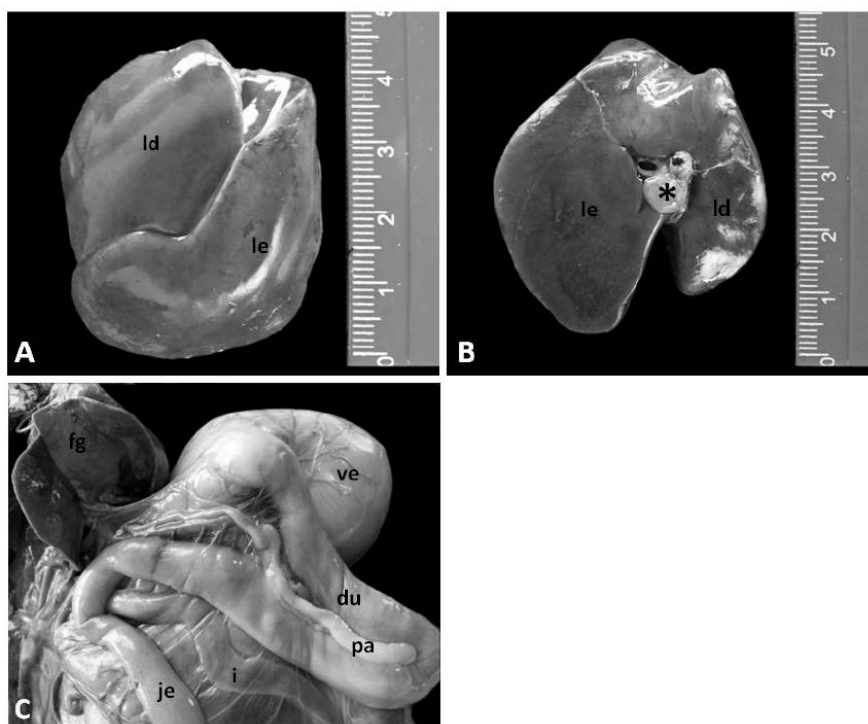
Estudos morfológicos do fígado dos avestruzes são importantes e podem contribuir para o maior aproveitamento zootécnico desta espécie animal, assim como permitir a padronização de parâmetro histomorfométricos que podem ser empregados na inspeção sanitária ou nos exames histopatológicos. Algumas características morfológicas do fígado dos avestruzes já foram descritas (BEZUINDENHOUT, 1986). O fígado do avestruz é revestido por uma fina cápsula de tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas, e os espaços porta, contém ramos da arteríola hepática, ramos da vênula porta-hepática, vasos linfáticos e ductos bilíferos, vênulas hepáticas terminais, vasos linfáticos

e ductos bilíferos, que estão distribuídos uniformemente por todo o órgão (SAVIANI *et al.*, 2012).

Cada lóbulo do fígado é composto por uma veia central (VC), a tríade portal consiste em uma veia porta, ducto biliar e artéria hepática, e os cordões dos hepatócitos são separados por sinusóides que transportam sangue das tríades portais para a veia central (ZAEFARIAN *et al.*, 2019). As artérias hepáticas são divididas intra-hepáticas para formar vários ramos secundários, terciários e mais finos, e a artéria cística emerge da artéria hepática direita, dividindo-se em dois ramos para suprir a vesícula biliar (SUBHAN, 2005). Segundo o autor, em gansos a veia cava caudal penetra na porção proximal da parte cranial do lobo direito. As veias hepáticas direita e esquerda são os principais ramos da veia hepática que se originam de ambos os lobos do fígado e entram na veia cava caudal separadamente.

Nas aves, todos os lipídios derivados da dieta são incorporados por enterócitos, podendo ser esterificados em complexos de lipoproteínas (portomícrons) ou liberados diretamente na corrente sanguínea através do sistema portal-hepático (HERMIER, 1997). No fígado ocorre o metabolismo de lipídios complexos e a síntese de ácidos graxos. Dietas com alto teor de energia e gordura, como o girassol, podem sobrecarregar o fígado, aumentando a lipogênese, ultrapassando a capacidade de síntese e liberação de lipoproteínas gerando um acúmulo de gordura intra-hepática.

Figura 1. Fígado de ema *Rhea americana*



Fonte: Rodrigues (2012).

Em (A), face ventral do fígado de emas e seus lobos direito (ld) e esquerdo (le). Em (B), face dorsal do fígado de emas evidenciando os lobos direito (ld), esquerdo (le) e a vesícula biliar (\*). Em (C), encontram-se identificados o fígado (fg), o ventrículo gástrico (ve), o duodeno (du), o pâncreas (pa), o jejuno (je) e o íleo (i).

#### 2.4. O sistema porta-hepático em aves

A veia porta-hepática é o vaso funcional do fígado, ou seja, realiza a coleta do sangue do trato gastrointestinal do pâncreas, do baço e de partes dos sacos aéreos e, se converge para o fígado (MOLINOVSKY, 1965). A função do sistema porta-hepático é encaminhar o sangue venoso (sangue pobre em oxigênio) do trato gastrointestinal através do fígado, antes de misturá-lo com sangue venoso do resto do corpo através da veia cava inferior, a uma curta distância do átrio direito do coração (MAHER, 2019).

Estudos histológicos mostram que a veia central está localizada no centro de cada lóbulo hepático que representa um ramo da veia cava e se estende desde a veia central, e as folhas de células são estendidas radicalmente ou em

forma de bandas em direção às bordas dos lóbulos (AL-HAMADAWI *et al.*, 2017). De acordo com os autores, os tecidos conjuntivos que se separaram entre os lóbulos não são claros, exceto aquele que se encontra na área portal, que contém veia porta, artéria hepática, ducto biliar e vasos linfáticos. O arranjo e a estrutura dos lóbulos, as veias centrais e as plaquetas hepáticas parecem ser um sistema pouco claro, e depende principalmente do nível de corte que passa pelos tecidos. Além disso, os lóbulos do fígado são circundados por três a cinco áreas portais, dependendo do nível de corte através do tecido hepático após exame histológico na área portal, que mostrou um diâmetro da veia portal maior do que a artéria hepática, mas com espessura de parede mais fina do que a parede hepática de diversas aves (ANKNEY, 1977; BACHA e LINDA; 2000; ABD e AL-BAKRI, 2011; AL-HAMADAWI *et al.*, 2017).

A drenagem do sangue do fígado tem implicações em vários campos de estudo e tem sido investigada extensivamente. Em aves, os sistemas de drenagem do sangue do fígado foram descritos em patos (*Cairina moschata*) (PINTO *et al.*, 1999), gansos (*Anser domestica*) (SANTOS *et al.*, 2009), pombos domésticos (*Columba livia domestica*) (TOLBA, 2015), garças (*Bubulcus ibis*) (KHALIFA e DAGHASH, 2014) e frangos (*Gallus gallus*) (OLIVEIRA, 1959; MALINOVSKY, 1965; NICKEL *et al.*, 1977; MAHER, 2019), considerando que o sistema hepático das aves difere do dos mamíferos. Além disso, nas aves, o sistema é anastômico ao sistema renal (PAVAUX e JOLLY, 1968). O sistema portal renal já foi descrito em avestruzes (FERREIRA *et al.*, 2020), entretanto, até o momento, não existem estudos em emas sobre os afluentes do sistema porta-hepático.

A confluência entre as veias porta-hepáticas direita e esquerda origina-se da veia porta-hepática, situada na parte visceral hepática, interposto entre os lobos direito e esquerdo no avestruz (FERREIRA *et al.*, 2020). Assim, o sistema porta-hepático é formado de maneira similar ao *Gallus gallus*, *Columba livia domestica*, *Bulbucus ibis*, *Anas anas domesticus*, *Anser anser domesticus* (OLIVEIRA, 1959; MALINOVSKY, 1965; NICKEL *et al.*, 1977; KHALIFA e DAGHASH, 2014; TOLBA e GROSS, 2015; MAHER, 2019), pela confluência entre as veias porta-hepática direita e esquerda. Entretanto, estudos com *Anser domestica* e *Cairina moschata*, reportam que o sistema porta-hepático é constituídos de duas veias esquerdas e uma direita (JIAJI, 1997) Essas duas

veias porta-hepáticas esquerda drenam o proventrículo, e são chamadas de veias proventrículo-esplênicas ventral e esquerda, bem como parte do ventrículo gástrico pelas veias gástricas, semelhante às espécies *Bubulcus ibis*, e *Columba livia domestica* (KHALIFA e DAGHASH, 2014; TOLBA, 2015). Já a veia porta-hepática direita é constituída pela combinação das veias proventrículo-esplênica, gastropancreática duodenal e mesentérica cranial (KHALIFA e DAGHASH, 2014). De acordo com os autores, as estruturas venosas se assemelham ao observado no *Bubulcus ibis*, e não ocorre nas demais espécies.

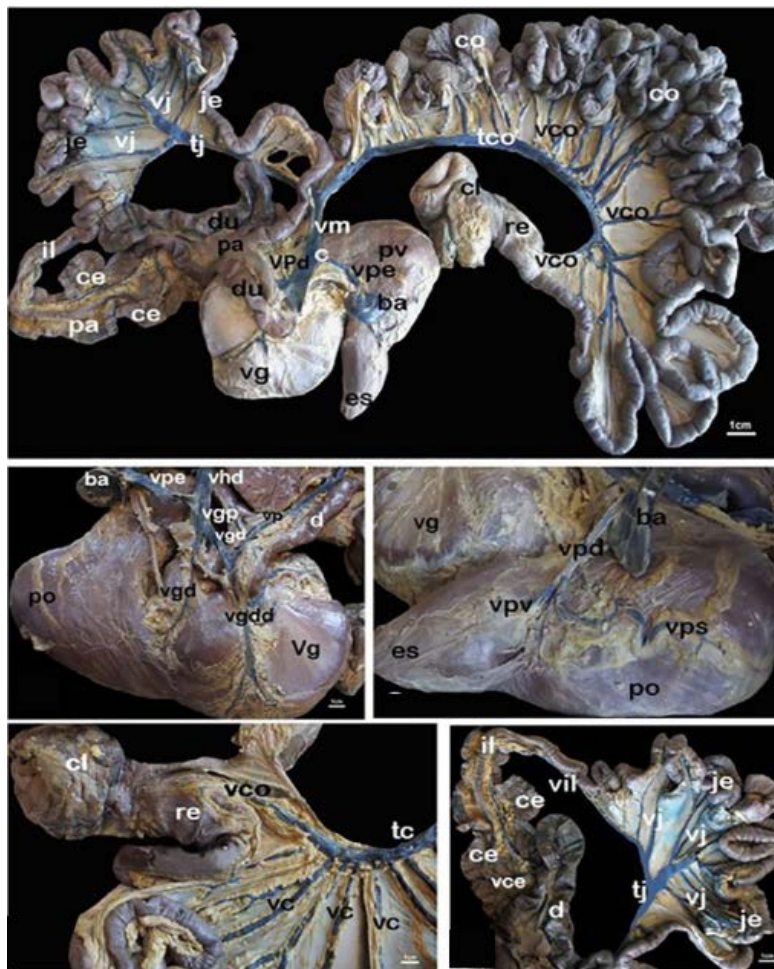
Portanto, no avestruz à veia porta-hepática esquerda tem sua formação observada pela junção de outros dois vasos: a veia proventricular ventral e a esquerda, ambas no sentido cranioventral, em direção às veias gástricas (FERREIRA *et al.*, 2020). De acordo com a descrição dos autores, existe uma confluência de vasos maiores é observada na formação da veia porta-hepática direita, em relação à esquerda. Formam-se combinações das veias proventrículo-esplênica (proventricular e veia esplênica confluem na parte ventromedial do baço), gastropancreática duodenal (veia gástrica esquerda e direita confluem com a pancreática-duodenal) e a veia mesentérica cranial (tronco cólico e jejunal, se dirigindo às regiões duodenais, cecal, cólonais e ilíacas) (figura 2). Quanto ao tronco jejunal, provém das veias duodenais, das veias ileocecais, e o tronco cólonal é originado nas veias cólonicas, veias coccígeas mesentéricas e veia retal, provenientes do cólon e da cloaca, com as principais discrepância entre essa espécie e as demais aves (FERREIRA *et al.*, 2020).

O sistema portal-hepático tem uma importância fundamental na drenagem de sangue para os órgãos. A veia hepática porta direita drena o sangue do estômago, duodeno, pâncreas e porções ileocecais pela veia gastropancreaticoduodenal, e o jejuno, íleo e ceco pela veia mesentérica cranial. A veia hepática porta esquerda drena o sangue de partes do estômago através da veia pilórica, veia gástrica esquerda, veia gástrica ventral, veia caudal e proventricular (BAUMEL *et al.*, 1979; MAHER, 2019).

Existe também a veia hepática média, que é o ramo menor e é menor do que os outros dois ramos principais. A veia porta-hepática direita surge da união da veia mesentérica comum, veia pancreato-duodeno-gástrica e veia

esplênica em gansos, e entra na fissura do portal direito. A veia porta-hepática esquerda é formada pelas veias gástricas esquerdas, veias da borda ventral da moela e proventrículo (SUBHAN, 2005). Pesquisas reportam em gansos que a veia porta-hepática direita surge dos ramos dorsal, lateral e cranial direito (único ou dividido em lateral e medial, em direção ao parênquima dorsal do lobo hepático direito) (SANTOS, *et al.*, 2009; MAHER, 2019). Os autores descrevem que no ramo lateral direito, emerge da face lateral ao parênquima lateral do lobo direito, podendo se apresentar na face dorsal, e na porção esquerda do fígado, a distribuição de vasos da veia porta-hepática (direitos e esquerdos) provenientes da porta-hepática direita. Então, continua como ramo esquerdo, emitindo o ramo cranial (que variou entre único, bifurcado e trifurcado), lateral (responsável pelo parênquima lateral do lobo esquerdo) e medial esquerdos, no lobo hepático esquerdo.

Figura 2. Fotomacrografia das veias tributárias da veia porta hepática de avestruz (*Struthio camelus*)

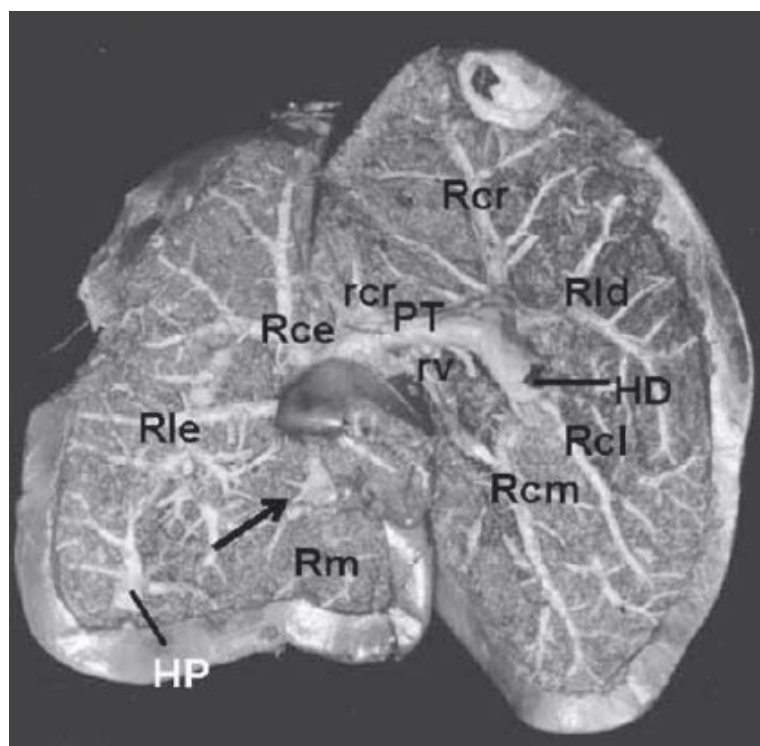


Fonte: Ferreira (2020).

De acordo com a literatura (figura 3), em 40% dos gansos analisados, foi observada a veia porta-hepática própria, proveniente da conexão entre vasos da face esquerda do ventrículo, sem conexões visíveis com o resto do sistema, configurando sistema porta-hepático independente (SANTOS *et al.*, 2009). Já as porta-hepáticas esquerdas foram observadas da confluência de pequenas veias do ventrículo e proventrículo gástricos, distribuindo ao parênquima da porção hepática esquerda, na parte côncava, depois de se conectarem ao ramo esquerdo da veia porta-hepática direita ou na parte transversa., e a quantidade de vasos variou entre 1 a 6.

As veias porta-hepáticas (direita e esquerda) e as artérias hepáticas (direita e esquerda) são os vasos aferentes do fígado (BAUMEL, 1986). Especificamente, a veia porta-hepática direita drena o sangue proveniente do jejuno, íleo e cecos, através da veia mesentérica cranial; e do reto através pela veia mesentérica caudal. Em patos domésticos a presença de veia porta-hepática transversa, recebendo as veias pancreático duodenais cranial e caudal, bem como também aflui veias gástricas (ALVES PINTO *et al.*, 1999). A veia porta-hepática direita drena o sangue de órgãos como do pâncreas, cecos, íleos e duodeno por meio da veia gastropancreaticoduodenal; bem como dos cecos, íleo e jejuno, pela veia mesentérica cranial; por fim, do reto através da veia mesentérica caudal (SANTOS *et al.*, 2009).

Figura 3. Face visceral de fígado de Ganso



Fonte: Santos (2012).

Face visceral do fígado de ganso dissecado com os ramos das veias porta-hepáticas. (HD) Veia portahepática direita, (Rcr) ramo cranial, (Rld) ramo lateral direito, (Rcl) ramo caudolateral, (Rcm) ramo caudomedial, (PT) porção transversa do ramo esquerdo da veia porta-hepática direita, (rv) ramos ventrais da porção transversa, (rcr) ramos craniais da porção transversa, (setas) veias porta-hepáticas esquerdas, (Rm) ramo medial, (Rce) ramo cranial esquerdo, (Rle) ramo lateral esquerdo e (HP) veia porta-hepática própria.

Em aves as veias mesentéricas se fundem, dando origem a veia mesentérica comum que conflui para a porta-hepática direita, e a veia mesentérica caudal se anastomosa com a porta-renal caudal, na parte distal, comunicando assim os sistemas porta-hepático e porta-renal (MCLELLAND, 1989). Na literatura é descrito para aves, que a veia porta-hepática esquerda é menor, drenando o sangue do estômago pela veia pilórica, gástrica ventral, gástrica esquerda, e pró-ventricular caudal e ventral (BAUMEL *et al.*, 1979). Na parte côncava do fígado estão as aferentes do sistema porta-hepático: a veia porta-hepática direita, esquerda, ou até mesmo uma veia porta-hepática própria (Barbosa *et al.*, 2016). Em direção do lobo esquerdo, emite um grosso ramo esquerdo, passando pela porção média do fígado, formando a porção

transversa, de onde provêm ramículos chamados ramos craniais e caudais, partindo da região transversa, para a porção dorsal do fígado.

A artéria celíaca é o primeiro ramo visceral da cavidade abdominal, proveniente da artéria aorta descendente, ela irriga o proventrículo, ventrículo, segmento proximal do intestino delgado, fígado, baço e pâncreas, e é responsável pela vascularização destes órgãos (DYCE *et al.*, 2010). Na distribuição da artéria celíaca em papagaios-verdadeiros, observou que ela se origina na face ventral da aorta descendente toracoabdominal, configurando ramo visceral, direcionando-se ao antímero direito da cavidade (GONÇALVES *et al.*, 2011). Na maioria dos espécimes, a artéria celíaca aflui na proventricular como primeiro ramo colateral, tendo origem no tronco celíaco em 85% dos espécimes (PARIZZI *et al.*, 2000; PERISSOTTO *et al.*, 2001; MIRANDA *et al.*, 2005; MIRANDA e SILVA, 2007). Em 95% dos exemplares de sua pesquisa apresentavam a artéria hepática esquerda originando a artéria gástrica ventral, sendo possível observar uma artéria hepática esquerda acessória e em 65% dos exemplares, o ramo direito afluiu em artérias esplênicas, enviando a artéria hepática direita bem como a gástrica direita em todos os espécimes analisados, a artéria pancreático-duodenal emitiu a artéria jejunal em 80% das aves (GONÇALVES *et al.*, 2011).

Os autores ainda descrevem que as artérias esplênicas, foram observadas em outros locais de origem: 25% no tronco celíaco; 25% nos ramos pilóricos; e 10% no ramo esquerdo. A artéria hepática, por sua vez, afluiu à duodenal em 25% dos exemplares, também sendo possível observar sua origem ao ramo direito da artéria celíaca em outros 25%. Na literatura é descrito que as variações são referentes ao comprimento do esôfago nos espécime. No gênero *Gallus* e no pato doméstico, apenas uma artéria proventricular dorsal e uma ventral foram observadas, enquanto em todos os papagaios estudados, foram localizadas mais de uma (MALINOVSKY e NOVOTNÁ, 1977; GETTY, 1986; SILVA *et al.*, 2009). Dentre as dissonâncias, o proventricular varia em número de artérias comunicantes, recebendo ramos de artérias proventriculares ventral e dorsal, bem como dos ramos direito e esquerdo da artéria celíaca.

Os autores observaram irrigação na parte ventral do proventrículo eram conectadas por ramos proventriculares das artérias gástricas direita e

esquerda. Fato que foi atribuído pelos autores à dieta dos animais, visto que uma ave com menos ramos teria síntese enzimática inferior. Além disso, os papagaios apresentavam origens diferentes para a artéria hepática esquerda por meio da artéria gástrica ventral, o que os autores atribuem como inerente dos psitacídeos (SILVA *et al.*, 2009).

Os pesquisadores se atentaram ao fato dos papagaios dissecados não apresentarem cecos e vesícula biliar, bem como não havendo artéria ileocecal e ramos císticos, de forma que apenas a artéria ileal foi observada. Já o baço é irrigado pelas artérias esplênicas proveniente do ramo direito e esquerdo (vindo do tronco celíaco) (CARDOSO *et al.*, 2000; GONÇALVES, *et al.*, 2011).

Existem algumas divergências com relação irrigação da parte duodenal inicial, sendo proveniente da artéria duodenal nos papagaios-verdadeiros (GONÇALVES, *et al.*, 2011), enquanto indivíduos algumas espécies analisadas na literatura tinham a porção irrigada pela artéria duodenojejunal ou pela artéria pancreaticoduodenal (CARDOSO *et al.*, 2000; MIRANDA *et al.*, 2005; MIRANDA e SILVA, 2007; SILVA *et al.*, 2009). Nesse sentido, a variação pode ter origem na proximidade entre o segmento intestinal, com o ramo direito da artéria celíaca.

Em papagaios-verdadeiros a vascularização é determinada pelo tronco celíaco tem um padrão similar (GONÇALVES, *et al.*, 2011) que outras espécies de aves, como o gênero *gallus*, arara canindé, pato doméstico e murucututu (MALINOVSKY e NOVOTNÁ, 1977; GETTY, 1986; SILVA *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 1998; SILVA *et al.*, 2009). Dentre as diferenças, notou-se variação no primeiro ramo da artéria celíaca, sendo que para algumas aves a artéria proventricular seria a primeira afluyente (GONÇALVES, *et al.*, 2011), enquanto em outros a esofágica (PERISSOTO *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2005; PERISSOTO e SILVA, 2007). Para Barbosa, *et al.* (2016), ao estudar a distribuição de vasos sanguíneos dos canários-da-terra, observou que a morfologia também se assemelha a outras espécies da classe, como papagaios-verdadeiros e pombos domésticos.

Em garças, a drenagem de sangue para o intestino, pâncreas pelas veia porta-hepática na garça-vaqueira, está possui formação pela confluência de duas veias porta-hepáticas; a da direita maior que a da esquerda (KHALIFA e DAEGHASH, 2014). Esta afirmação é reportada na literatura em patos e

gansos (PINTO *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2009), em pássaros (NICKEL *et al.*, 1977), e em galinhas (OLIVEIRA, 1959; MALINOVSKY, 1965). Em gansos e patos, observou que o sistema venoso correspondente é formado por duas veias porta-hepáticas, uma esquerda e outra direita (JIAJI, 1997). A veia está localizada na porção medial, entre os lobos direito e esquerdo, localizado na porção ventral, próxima à vesícula biliar e dorsal à parte pilórica do estômago.

A veia porta-hepática esquerda é um vaso pequeno, que mede cerca de 2,5 cm, e é formada na superfície ventral esquerda do proventrículo, pela união de três veias tributárias: a ventral proventricular, a proventricular esquerda e as veias gástricas esquerdas. Estas veias então seguem na direção cranioventral, e se juntam ao tronco da veia porta-hepática (KHALIFA e DAEGHASH, 2014).

Em grande parte das aves a veia porta-hepática esquerda drena os estômagos glandulares e musculares através do proventrículo ventral, do proventrículo esquerdo e das veias gástricas esquerdas (KHALIFA e DAEGHASH, 2014). Por outro lado, em pato declararam que a veia porta-hepática esquerda era formada por 1 a 2 veias gástricas esquerdas que drenavam a margem ventral da moela além das veias proventriculares pilórica e caudal (PINTO *et al.*, 1999). Em frangos a veia hepática esquerda é formada pelas veias gástrica ventral, gástrica esquerda e proventricular caudal (MALINOVSKY, 1965; OLIVEIRA, 1959).

Em aves, as tributárias da veia porta-hepática direita são as veias proventriculosplênica, a gastropancreaticoduodenal e a mesentérica comum (KHALIFA e DAEGHASH, 2014). Entretanto em patos e gansos os afluentes da veia porta-hepática direita são as veias gastropancreaticoduodenal e mesentérica comum (OLIVEIRA, 1959; MALINOVSKY, 1965; PINTO *et al.*, 1999). Além disso, em patos e gansos, forma descritas a vesícula biliar e veias duodenojejunais.

### **3 CONCLUSÃO**

Estudar a morfologia do sistema porta-hepático se faz importante na compreensão do sistema digestório de diferentes espécies de aves, nesse sentido, a presente pesquisa se propôs a analisar a literatura científica e elaborar uma revisão bibliográfica que contemplasse a fisiologia da digestão. Nas espécies de aves deste estudo foram observadas características anatômicas variadas, que foram descritas a seguir, pelo ponto de vista do sistema porta-hepático.

Existem divergências científicas quanto ao número de lobos hepáticos e suas estruturas nas aves, e a drenagem do sangue no fígado tem implicações em vários campos de estudo e tem sido investigada extensivamente. Em aves, os sistemas de drenagem do sangue do fígado foram descritos em patos, gansos, pombos domésticos, garças e frangos dentre outras aves, considerando que o sistema hepático das aves difere do dos mamíferos.

Na maioria das aves aqui estudadas, foram observadas estruturas anatômicas diferentes do sistema porta-hepático, entretanto a sua funcionalidade desta sempre foi a mesma em todos os animais, que é encaminhar o sangue venoso (sangue pobre em oxigênio) do trato gastrointestinal através do fígado, antes de misturá-lo com sangue venoso do resto do corpo.

#### 4 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P.M.; VIEGAS, I.; ROCHA, A. D.; VILLEGAS, A.; JONES, J. G.; MENDONÇA, L.; RAMOS, J. A.; MASERO, J. A.; ALVES, J. A. Understanding how birds rebuild fat stores during migration: insights from an experimental study. **Nature**, v. 9, p. 1-11, 2019.

ABD, A.H.; AL-BAKRI, N.A. **Morphological description and histological structure of liver in the sparrow**. Adhamiya, Baghdad., 2011.

ALMEIDA,W. M.; FRAGA, K. F.; AGUIAR JR., F. C. A.; MAGALHÃES, C. P. Análise histológica do trato intestinal do *Caraca plancus* (Miller, 1777). **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 425-434, 2016. 10.1590/1089-6891v17i334289

AL-HAMADAWI, H. A.; ALNAALY, A. J.; ALUMERI, J. K.; AL-BIDERE, A. D. Comparative Anatomical and Histological Study of the Liver in Three Species of Wild Birds in Iraq. **Journal of Global Pharma Technology**, v. 10, n. 9, p. 387-394, 2017.

AL-NASSER, A.; AL-KHALAIFA, H.; SAFFAR, O.; ABDULLAH, F.; ALBAHOUH, M.; RAGHEB, G.; AL-HADDAD, A.; MASHALY, M. Overview of chicken taxonomy and domestication. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, p. 285–300, 2007. 10.1017/S004393390700147X.

ANKNEY, C. Feeding and digestive organ size in breeding lesser snow geese. **The Auk.**, v. 94, n. 2, p. 275-282, 1977.

BACHA, W.; LINDA, M. **Colour atlas of veterinary histology**. 2<sup>nd</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. USA, 2000.

BACHA, W.J. BACHA, L.M. **Atlas colorido de histologia veterinária**. 2<sup>a</sup>.ed. São Paulo. ROCA, 2003.

BASHA, W.A.A **Comparative anatomical studies on the stomach of some wild birds with special reference to their type of food**. Thesis M.V.SC, faculty of vet.Medicine- Suez Canal University, 2011.

BAILEY, T. A., *et al.* Comparative morphology of the alimentary tract and its glandular derivatives of captive bustards. **Journal of Anatomy**, 1997. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1467696/>>. Acesso em: 05 jun 2021.

BARBOSA, A.C.O. LEMOS, M. GEEVERGHESE, C. BORGES, G. SANTANA, M. Origem, ramificação e distribuição da artéria celíaca em canários-da-terra (*Sicalis flaveola*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 3, p. 442-448, jul./set. 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-68912016000300442&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912016000300442&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 02 jun 2021

BAUMEL, J.J. **Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium**. 2.ed. Cambridge, MA, USA: Nuttall. Ornithological Club, 1993.

BEDDARD, F.E. On the alimentary tract of certain birds and on the mesenteric relations of the intestinal loops. **Proc. Zool. Soc. Lond.**, p. 47 –93, 1911.

BENNETT AVERY, R.; DEEM, S. L. O sistema gastrointestinal das aves: I. Compêndio de Educação Continuada – para o Médico Veterinário. **Florida**, v. 1, n. 1, p. 50-56, 1996.

BEZUIDENHOUT, A.J. The topography of the thoraco-abdominal viscera in the ostrich (*Struthio camelus*). Onderstepoort. **Journal of Veterinary Research**, v. 53, n. 2, p. 111-117, 1986.

BEZUIDENHOUT, A.J. **Anatomy**. In: Deeming D.C. (ed.): The Ostrich biology, Production and Health. Oxon, UK CABI Publishing, p. 29- 41, 1999.

BEZUIDENHOUT , A.J.; VAN ASWEGEN, G. A light and immunocytochemical study of the gastro-intestinal tract of the ostrich (*Struthio camelus*). **Onderstepoort J. Vet. Res.**, v. 57, p. 37-48, 1990.

BLAIR, R. **Nutrition and Feeding of Organic Poultry**, 2nd Edition.

BROWN, E. An account of the dissection of an ostrich sent to the Royal Society. Philosophical Collection. **Roy. Soc. Lond.**, 5, 147– 152, 1982.

CACECI, T. **Avian digestive system**. New York: Academic Press, p.1-94, 2006.

CARDOSO, J.R.; DRUMMOND, S.S.; MARTINS, A.K. et al. Aspectos anatômicos da artéria celíaca em *Gallus gallus* da linhagem Peterson. **Arq. Cien. Vet. Zool. UNIPAR**, v.3, p.151-157, 2000.

CHAPLIN, S. B., J. Raven, and G. E. Duke. 1992. The influence of the stomach on crop function and feeding-behavior in domestic turkeys. **Physiol. Behav.**, v. 52, 261–266, 1992.

CHO, P.; BROWN, R.; ANDERSON, M. Comparative gross anatomy of ratites. **Zoo Biology**, v. 3, n. 2, p. 133–144, 1984.

CHUAN, L.; JIAN, X.; QIN, L.; HAN, G.; XU, B.; YANG, Y.; LIU, X. Potential influence of carbohydrate and amino acid intake by adults on the population dynamics of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 7, p. 1889-1897, 2021. [10.1016/S2095-3119\(20\)63419-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63419-0)

CLARKE, P. L. The structure of the ileo-caecocolic junction of the domestic fowl (*Gallus gallus* L). **Br. Poult. Sci.**, v. 19, p. 595–600, 1978.

CLENCH, M.H.; MATHIAS, J.R. The avian cecum- a review. **Wilson Bull**, v. 107, p. 93-121, 1995. [0.1017/S0043933913000287](https://doi.org/10.1017/S0043933913000287)

COOPER, S.M.; PALMER, T. Observations on the dietary choice of free-ranging juvenile ostriches. **Ostrich**, v. 65, n. 3-4, p. 251-255, 1994. [10.1080/00306525.1994.9632684](https://doi.org/10.1080/00306525.1994.9632684)

DEAN, W.R.J.; MILTON, S.J.; SIEGFRIED, W.R.; JARVIS, M.J.F. **Diet, mobility and reproductive potential of ostriches: successful tactics for life**

**in arid regions.** In: Wildlife Ranching: a Celebration of Diversity, Van Hoven, W., Ebedes, H.; Conroy, A. (eds.) Promedia, Pretoria, South Africa, pp. 8 – 16, 1994.

DAVIES, S.J.J.F. The food of emus. Aust. J. Ecol., v. 3, p. 411 – 422, 1978.

DEL HOYO, J., ELLIOT, A. AND SARGATAL, J. **Handbook of the Birds of the World**, Vol. 1: Ostrich to Ducks, Lynx Edicions, Barcelona, Spain, p. 640, 1992.

DUKE, G. E. **Digestão nas aves.** In: DUKES, H. H. Dukes/Fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 390-397, 1996.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Anatomia das aves**, p.631-650, 1996. In: \_\_\_\_ (Eds), Tratado de Anatomia Veterinária. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

EBLING, P. D.; PONTALTI, G. C.; VILLANUEVA, A. P.; RIBEIRO, A. M.L. Pendulous crop in broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n. 3, p. 395-397, 2015. <https://doi.org/10.1590/1516-635X1703395-398>

EL-NAHLA, S. M.M.; EL MAHDY, T. O. M.; BASHA, W. A. A. Morphofunctional adaptation of the stomach of the cattle egret (*Bubulcus ibis*) to the types of its food. **SCVMJ**, XVI (2) 2011.

FAO. **Poultry meet & eggs.** Rome: FAO, 2010.

FAO. **Food Outlook, Rome: Trade and Market Division of FAO**, 2012.

FAO, **Poultry Development Review**, Rome, 2013.

FERREIRA , N.F. CARVALHO, R.G. SOUZA, W.M. SOUZA, N.T.M. MELO, A.P.F, RODRIGUES, R.F. **Afluentes da veia porta-hepática no avestruz (*Struthio camelus*).** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, São Paulo, Brasil. 2020.

FORSHAW, J.M. **Parrots of the World**, 3rd edition. Blandford Press, London, 1989.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDAO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. **Ecologia nutricional de formigas**. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P., editors. *Ecologia Nutricional de Insetos e Suas Implicacoes no Manejo de Pragas*. Sao Palo, Brazil: Editora Manole LTDA., 1991.

FREI, S.; ORTMANN, S.; REUTLINGER, C.; KREUZER, M.; HATT, J.M.; CLAUSS M. Comparative digesta retention patterns in ratites. **The Auk: Ornithological Advances**, v. 132, n. 1, p. 119-131, 2015. 10.1642/AUK-14-144.1

FRÖLICH, E. R. **Efeitos da nutrição de galos de matrizes pesadas na reprodução**. Monografia para a obtenção de título de Bacharel em Zootecnia. Universidade Federal do Paraná, 2013.

GADOW, H. Versuch einer vergleichenden Anatomie des Verdauungssystemes der Vo"gel. Jena. **Z. Med. Naturwischn.**, v. 13, p. 92 – 171, 1879.

GADOW, H. (1890) Description of the modification of certain organs. The stomach of the ostrich. **Zool. Jahrb.**, v. 5, p. 641 – 644, 1890.

GETTY, R. S. G. **Anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.2, p. 1862-1863, 1986.

GIONFRIDDO, J. P. **Evaluation of factors influencing grit use by birds**. Iowa State University Capstones, Theses and Dissertations, 1994.

GONÇALVES E.S, SANTANA M.I, ZANCAN F.T, PINTO A.B.F, LIMA E.M.M. Distribuição configurada pela artéria celíaca em papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2011.

GULMEZ, N. Are glands present in goose pancreatic ducts? A light microscope study. **Journal of the Pancreas**, 2003. Disponível em: <[http://www.joplink.net/prev/200305/200305\\_03.pdf](http://www.joplink.net/prev/200305/200305_03.pdf)>. Acesso em: 26 mai. 2021.

HADLEY, T.L. Disorders of the psittacine gastrointestinal tract. *Veterinary Clinical Exotic Animal*, Tennessee, v.8, n.2, p.329-349, 2005.

HARRISON, G.J.; LIGHTFOOT, T. **Clinical avian medicine**. Palm Beach, Fla: Spix Pub., 2006.

HERD, R.M.; DAWSON, T.J. Fiber digestion in the emu, *Dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage. **Physiological Zoology**, v. 57, n. 1, p. 70-84, 1984.

HERMIER, D. Lipoprotein Metabolism and Fattening in Poultry. **J Nutr.**, v. 127, n. 5, 1997. 805S–808S, <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.805S>

HETLAND, H., SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **Br. Poult. Sci**, v. 42, p. 354–361, 2001. 10.1080/00071660120055331

HODGES, R. D. **The Histology of the Fowl**. London, Academic Press, Inc.LTD. PP: 55- 101, 1974.

HOME, E. A description of the solvent glands and gizzards of the ardea argala, the casarius emu, and the long-legged cassowary from New South Wales. *Philos. Trans. Roy. Soc.*, v. 103, p. 77 – 81, 1813.

HONGO, A.; ISHII, Y.; SUZUTA, H.; ENKHEE, D.; TOUKURA, Y.; HANADA, M.; HIDAKA, S. Miyoshi S. Position and rate of intestinal fermentation in adult ostrich evaluated by volatile fatty acid. **Research Bulletin of Obihiro University**, v. 27, n. 9, p. 93–97, 2006.

HORBAN´CZUK, J.O.; SALES, J. Egg production of Red and Blue Neck ostriches under European farming conditions. **Arch. Geflu¨gelk.**, v. 65, p. 281 – 283, 2001.

HOPPE, D. *Amazonen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1981.

HUCHZERMEYER, F.W. **Diseases of ostriches and other ratites**. Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa, p. 358, 1998.

HUSSEIN, A.J.; HUSSEIN, D.M. Morphological and histomorphological comparative study of the liver in adult female domestic fowl (*Gallus gallus*), common moorhen (*Gallinula chloropus*) in south Iraq. Kufa. **Journal for Veterinary Medical Science**, v. 7, n. 1, p. 36-45, 2016.

HUSSEIN, S.; REZK, H. Macro and microscopic characteristics of the gastrointestinal tract of the cattle egret (*Bubulcus ibis*). **Int J Anat Res**, v. 4, n. 2, p. 2162-74, 2016. [10.16965/ijar.2016.169](https://doi.org/10.16965/ijar.2016.169)

IBRAHIM, R.S.; HUSSEIN, A.A.; AL-KELABY, W.J. Histomorphological study of the liver in local moorhen birds (*Gallinula chloropus*). **Kufa Journal for Veterinary Medical Science**, v. 7, n. 2, p.187-192, 2016.

IJI, P.A., VAN DER WALT, J.G., BRAND, T.S., BOOMKER, E.A. AND BOOYSE, D. Development of the digestive tract in the ostrich (*Struthio camelus*). **Arch. Anim. Nutr.**, v. 57, p. 217 – 228, 2003. 10.1080/0003942031000136648

JACKSON, S., DUKE, G. E. Intestine fullness influences feeding behaviour and crop filling in the domestic turkey. **Physiol. Behav.**, v. 58, p.1027–1034, 1995. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(95\)00151-8](https://doi.org/10.1016/0031-9384(95)00151-8)

JIAJI C. The hepatic portal venous system of fowl. **Chinese Journal of Veterinary Science**, v. 16, p. 01-06, 1997.

KADHIM, K.K. BAKAR, Z. NOORDIN, M. BABJEE, S.M.A. Morphological study of pancreatic duct in red jungle fowl. **African Journal of Biotechnology**, 2010. Disponível em <<http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2010/18Oct/Kadhim%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

KHALEEL, I.M.; AL-KHAZRAJI, K.I.; AL-AAMELI, M.H. .A Comparative Study in some Morphological and Histological Features of the Liver in Gull (*Laruscanus*) and Mallard duck (*Anas platyrhynchos*). **Advances in Animal and Veterinary Science**, v. 5, n. 7, p. 307-311, 2017. <https://doi.org/10.30539/iraqijvm.v4i1i2.56>

KHALIFA, E.F.; DAGHASH, S.M. Gross anatomical study on the tributaries of the hepatic portal vein in cattle egret (*Bubulcus Ibis*). **Veterinary Medical Journal-Giza (VMJG)**, v. 60, n. 2, p. 75-90, 2014.

KARASOV, W. H.; DOUGLAS, A. E. Comparative Digestive Physiology. **Comp. Physiology**, v. 3., n. 2, p. 741-783, 2013. 10.1002/cphy.c110054

KIRK, C.; KLASSING, B.S. Avian gastrointestinal anatomy and physiology. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 8, n. 2 , p. 42-50, 1999.

KLASING, K. C. Avian gastrointestinal anatomy and physiology. Semin Avian Exotic Pet Med.,v. 8, p. 42- 50, 1999.

KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1984.

KONISHI, M.;S.T. EMLLEN; R.E. RICKLEFS AND J.C. WINGFIELD. Contributions of bird studies to biology. **Science** , v. 246, p.465-472, 1989.

LARSSON, L. ;F. SUNDLER; R. HAKASON; J. REHFELD; F. STADIL. Distribution and proprieties of gastrin cells in the gastrointestinal tract of chicken. Distribution and proprieties of gastrin cells in the gastrointestinal tract of chicken. **Anat. Rec.**, v. 154, p. 409-421, 1974b.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; NAKAGHI, L.O. **Anatomia e Histologia Funcional do Trato Digestivo**. In: MENDES, Ariel Antonio; GONZALES, Elisabeth. Fisiologia da Digestão e Absorção das Aves. Jaboticabal: Facta, p. 01-18, 1994.

MAHER, M.A. Descriptive Anatomy of Hepatic and Portal Veins with Special Reference to Biliary Duct System in Broiler Chickens (*Gallus gallus domesticus*): A Recent Illustration. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 21, n. 2, p. 1 -13, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-0980>

MARTENS, J.; HOPPE, D.; WOOG, F. Diet and feeding behaviour of naturalised Amazon Parrots in a European city. **Ardea**, v. 101, p. 71–76, 2013. <https://doi.org/10.5253/078.101.0111>

MCLELLAND J. **Digestive system Form and Function in Birds**. Academic Press, London. 1989.

MILTON, S.J.; DEAN, R.; SIEGFRIED, R. Food selection by ostrich in Southern Africa. **J. Wildl. Manage.**, v. 58, p. 234 –248, 1994.

MIRANDA, R.L.; SILVA, F.O.C. Origem e distribuição da artéria celíaca em aves (*Gallus gallus*) poedeiras de linhagem Bovans Goldline. **Rev. Horiz. Cient.**, v.1, p. 1-15, 2007.

MIRANDA, R.L.; SILVA, F.O.C.; LIMA, J.C.S. *et al.* Origem e distribuição da artéria celíaca em aves (*Gallus gallus*) de corte da linhagem Redbro Plumé. **Biosci. J.**, v.21, p.77-83, 2005.

MITCHELL, P.C. On the intestinal tract of birds; with remarks on the valuation and nomenclature of zoological characters. **Trans. Linnean Soc. Lond. Zool.**, v. 8, p. 173 – 275, 1901.

MOFTAKHARZADEH, S.; JANMOHAMMADI, H.; TAGHIZADEH, A.; KIANFAR, R.; OLYAYEE, M. G. Effect of enzyme addition on energy utilization and performance of broiler chickens fed wheat-based diet with different metabolizable energy levels. **Acta Scientiarum**, v. 41, p. 1-10, 2019. 10.4025/actascianimsci.v41i1.44585

MONTEERRUBIO-RICO, T.C.; RENTON, K.; ORTEGA-RODRÍGUEZ, J.M.; PÉREZ-ARTEAGA, A.; CANCINO-MURILLO, R. The endangered yellow-headed parrot *Amazona oratrix* along the pacific coast of Mexico. **Oryx**, v. 44, p. 602–609, 2010. <https://doi.org/10.1017/S0030605310000980>

MALINOVSKY, L.; NOVOTNÁ, M. Branching of the coeliac artery in some domestic birds III. A comparison of the pattern of the coeliac artery in three breeds of the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). **Anat. Anz.**, v.141, p.136-146, 1977.

MOLINOVSKY, L. Contribution to the comparative anatomy of the vessels in the abdominal part of the body cavity in birds: III. Nomenclature of branches of the a. celíaca and of tributaries of the v. porta. **Folia Morphologica**, v.13, n.3, p.252-64, 1965.

NAVARRO, J.L.; MARTELLA, M.B. Reproductivity and raising of Greater Rhea (*Rhea americana*) and Lesser Rhea (*Pterocnemia pennata*) – a review. **Arch. Geflügelk.**, 66, 124 – 132, 2002.

NEVES, J. K.; CONTREIRA, C. L.; TAVARE, A.; LORANDI, S.; SANTOS, C. M.; RODRIGUES, T. A. Digestão e absorção de carboidratos pelas aves. **PUBVET**, v. 17, n. 17, p. 1-10, 2013.

NEVES, D. P.; BANHAZI, T. M.; NÄÄS, I. A. Feeding Behaviour of Broiler Chickens: a Review on the Biomechanical Characteristics. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 2, p. 1-16, 2014. <https://doi.org/10.1590/1516-635x16021-16>

NIELSEN, B. L. Behavioural aspects of feeding constraints: Do broilers follow their gut feelings? **Appl. Anim. Behav. Sci.**, v. 86, p. 251–260, 2004.

NICKEL, R. *et al.* **The anatomy of the domestic birds**. Berlin, 1977.

NITZAN, R., BARKAI, D., NITSAN, Z.; LANDAU, S. Intake, growth and carcass characteristics of young ostriches fed concentrates with and without pasture. **Anim. Sci.**, v. 74, p. 71–79, 2002. 10.1017/S135772980005222X

NOY, Y., SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poult. Sci.**, v. 74, p. 366–373, 1995.

OLIVEIRA, D. **Coração e vasossangüíneos das aves.cited**. In: GETTY, R. Sisson/ Grossman anatomia dos animais domésticos. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 2, p. 1842-1880, 1959.

PARIZZI, A.; GONÇALVES, P.R.; MACHADO, G.V. et al. Origem e distribuição da artéria celíaca em flamingos (*Phoenicopterus ruber chilensis*). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v.17, p.86-87, 2000.

PAVAUX, C.L.; JOLLY, A. Note on the vasculo-canalicular structure of the liver of domestic birds. **Revue Med**, v. 119, n. 5, p. 445-466, 1968.

PERISSOTTO, D.O.; SILVA, F.O.C.; SEVERINO, R.S. *et al.* Origem e distribuição da artéria celíaca em aves *Gallus gallus* (matrizes de corte - linhagem Label Rouge). **Arq. Cien. Vet. Zool. UNIPAR**, v.4, p.155-161, 2001.

- PETERSON, R. T. *et.al.* **As aves**. Rio de Janeiro: j. Olympio, 1971. 208 p.
- PINTO, M.R.A.; RIBEIRO, A.A.CM.; SOUZA, W.M.; MIGLINO, M.A.; MACHADO, M.R.E. Estudo do sistema portal hepático no pato doméstico (*Cairina moschata*). **Braz. J. Veto Res. Animo Sci.**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 173-177, 1999.
- PIRAS, C.; PAULO, D. N. S.; PAULO, I. C. A. L.; RODRIGUES, H.; SILVA, A.L. venous drainage from the tail of the pancreas to the lienal vein and its relationship with the distal splenorenal shunt selectivity. **Acta Cir. Bras.**, v. 25, n. 1, p. 105 – 110, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0102-86502010000100021>
- POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; McFARLAND, W. N. **Características das aves: especializações para o voo**. In:\_\_\_\_\_. A vida dos vertebrados. 2 ed. São Paulo: Atheneu. cap. 17, p. 521-552, 1999.
- PULLIAINEN, E., TUNKKARI, P. Seasonal variation in the gut length of willow grouse (*Lagopus lagopus*) in Finnish Lapland. **Ann. Zool. Fenn.**, v. 20, p. 53–56, 1983.
- PYCRAFT, W.P. Part II. On the morphology and phylogeny of the Palaeognathae (Ratitae and Crypturi) and Neognathae (Carinatae). **Trans. Zool. Soc. Lond.**, v. 15, p. 149 –290, 1901.
- RAGUSA-NETTO, J.; FECCHIO, A. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000600008>
- ROENIGK, W.P. World poultry consumption. **Poultry Science**, v. 78, p. 722-728, 1999.
- ROSSI, J. R.; BERARDI-ARTONI, S. M.; OLIVEIRA, D.; CRUZ, C.; FRANZO, V. S.; SAGULA, A. Morphology of glandular stomach (*Ventriculus glandularis*) and muscular stomach (*Ventriculus muscularis*) of the partridge *Rhynchotus rufescens*. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1319-1324, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600014>

ROUTMAN, K. S.; YOSHIDA, L.; FFRIZZAS, L. A. C.; MACARI, M.; PIZAUROJR., J. M. intestinal and pancreas enzyme activity of broilers exposed to thermal stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 5. n. 1, p. 23-27, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000100003>

RODRIGUES, M. OLIVEIRA, G. SILVA, R. Morfologia e topografia do fígado e pâncreas de emas *Rhea americana*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 474-479, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000300014> > DOI: 10.1590/S0103-84782012000300014.

ROUGIÈRE, N., CARRÉ, B. Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D- genetic lines selected for divergent digestion efficiency. **Animal**, v. 4, p. 1861–1872, 2010. [10.1017/S1751731110001266](https://doi.org/10.1017/S1751731110001266)

SALEM, A.O.; Y.A. ABDEL RAHMAN. Comparative morphometrical and scanning electron microscopical studies on the glandular stomach of the chicken, pigeon, duck and cattle egret. **Assiut Vet. Med. J.**, v.44, n. 87, p.35-53, 2000. <http://dx.doi.org/10.16965/ijar.2016.169>

SALES, J. Digestive Physiology and Nutrition of Ratites. **Avian and Poultry Biology Reviews**, v. 17, n. 2, p. 41 –55, 2006. [10.3184/147020606783437912](https://doi.org/10.3184/147020606783437912)

SANTOS, T. BORBA, C. C. F; MENCONI, A. Veias do sistema porta-hepático em gansos domésticos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v29n4/a09v29n4.pdf> > DOI: 10.1590/s0100-736x2009000400009.

SAUER, E.G.; SAUER, E.M. **The behaviour and ecology of the South African ostrich**. In: The Living Bird, PETTINGILL, O.S. and LANCASTER, D.A. (eds.) Fifth annual report of the Cornell Laboratory of Ornithology, USA, p. 45 – 74, 1966.

SAVIANI, C.; WENCESLAU, C. G. C.; PONSO, R.; COGLIATI, B.; ARAÚJO, C. M. M.; HERNANDEZ-BLASQUEZ, F. J. HISTOLOGY OF OSTRICH LIVER (*Struthio camelus*, LINNAEUS, 1758). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 2, p. 122-129, 2012. <https://doi.org/10.11606/issn.2318-3659.v49i2p122-129>

SCHMIDT, R.E.; REAVILL, D.R. AND PHALEN, D. N. **Pathology of pet and aviary birds**. 1<sup>st</sup> edition. Iowa, Iowa state press, a Blackwell Publishing company, p. 67-68, 2003.

SCHWARZE, E. **Compêndio de anatomia veterinária**. Anatomia de las aves. Zaragoza: Acribia, 1972.

SEDINGER, J. S.; D. G. RAVELING. Foraging behavior of Cackling Canada Goose goslings: implications for the roles of food availability and processing rate. **Oecologia (Berl.)**, v. 75, p. 119-124, 1988.

SELLE, P. H.; LIU, S. Y. The Relevance of Starch and Protein Digestive Dynamics in Poultry. **Journal of Appl. Poultry Res.**, v. 28, p. 531-545, 2019.  
SELLE, P. H.; LIU, S. Y. The Relevance of Starch and Protein Digestive Dynamics in Poultry. *Journal of Appl. Poultry Res.*, v. 28, p. 531-545, 2019.

SILVA, F.O.C. MIRANDA, R.L. LIMA, J.C.S. Origem e distribuição da artéria celíaca em aves (*Gallus gallus*) de corte da linhagem Redbro Plumé. **Biosci. J.**, v.21, p.77-83, 2005.

SIBLY, R. M. **Strategies of digestion and defecation**. In: C. R. Townsend & P. Calow (eds.). *Physiological Ecology: An Evolutionary Approach to Resource Use*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1981.

SILVA, A.C.J.; BARROS, M.L.G.; NASCIMENTO, H.B. *et al.* **Origem e distribuição da artéria celíaca em murucutu (*Pulsatrix perspicillata*)**. In: encontro internacional de medicina da conservação. Mudanças climáticas, saúde e ecossistemas: a saúde numa dimensão ecológica, 2., 2009, Recife, PE. Anais..., Recife: UFRFE, p.119, 2009a.

SKADHAUGE, E.; WARÜI, C.N.; KAMAU, J.M.Z.; MALOIY, G.M.O. Function of the lower intestine and osmoregulation in the ostrich: preliminary anatomical and physiological observations. **Quarterly Journal of Experimental Physiology: Translation and Integration**, v. 69, n. 4, p. 809-818, 1984.

SKLAN, D.; HURWITZ, S.; BUDOWSKI, P.; ASCARELLI, I. Fat digestion and absorption in chicks fed raw or heated soybean meal. **J. Nutr.**, v. 105, p. 57–63, 1975.

STORNELLI, M.R.; RICCIARDI, M.P.; GIANNESI, E.; COLI, A. Morphological and histological study of the ostrich (*Struthio camelus* L.) liver and biliary system. **Italian Journal of Anatomy and Embryology**, v. 111, n. 1, p. 1-7, 2006.

SUBHAN, S. N. **Anatomical, Histological and Radiological Study of the Liver, Gall bladder and Biliary Duct System of Male Local Breed Geese, *Anser anser* (Greylag Goose)**. University of Sulaimani in Partial Fulfillment for the Requirements of the Degree of Master of Science in Veterinary Anatomy and Histology, 2005.

SVIHUS, B. Limitations to wheat starch digestion in growing broiler chickens: a brief review. **Anim. Prod. Sci.**, v. 51, p. 583–589, 2011. [10.1071/AN10271](https://doi.org/10.1071/AN10271)

SVIHUS, B.; CHOCT, M.; CLASSEN, H. L. Function and nutritional roles of the avian caeca: a review. **Worlds Poultr. Sci. J.**, v. 69, p. 249–264, 2013. [10.1017/S0043933913000287](https://doi.org/10.1017/S0043933913000287)

SVIHUS, B. Function of the digestive system. **Journal of Appl. Poultry Res.**, v. 23, p. 306-314, 2014. [http://dx.doi.org/ 10.3382/japr.2014-00937](http://dx.doi.org/10.3382/japr.2014-00937)

SVIHUS, B.; ITANI, K. Intestinal passage and its relation to digestive process. **Journal of Appl. Poultry Res.**, v. 28, p. 546-555, 2019. [10.3382/japr/pfy027](https://doi.org/10.3382/japr/pfy027)

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 93, p. 371–379, 2014. [10.3382/ps.2013-03344](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03344)

TELFAIR, R.C. II. The cattle egret: a Texas focus and world view. The Texas Agricultural Experimentation Station, Texas A&M University, College Station, Texas, p. 1–144, 1983.

THIRUMALAISAMY, G.; MURALIDHARAN, J.; SENTHILKUMAR, S.; SAYEE, H. R. PRIYADHARSINI, M. Cost-effective feeding of poultry. **International Journal of Science, Environment**, v. 5, n. 6, p. 3997-4005, 2016. [10.5772/intechopen.76972](https://doi.org/10.5772/intechopen.76972)

TOLBA, A.R. Gross anatomical study on the hepatic portal vein tributaries in the common domestic pigeon (*Columba livia domestica*). **International Journal of Veterinary Science**, v. 4, n. 2, p. 63-68, 2015.

USDA. **Livestock and poultry: world markets and trade** [cited 2006 Mar]. Available from: <https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultryworld-markets-and-trade>.

USDA, 2012. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**, s.l.: USDA.

WHITLOW, G.G. **Gastrointestinal anatomy and physiology**. Avian physiology. 5th ed. Hanoiula: Academic Press, p. 299-304, 2000.

WILLIAMS, J.B.; SIEGFRIED, W.R.; MILTON, S.J.; ADAMS, N.J.; DEAN, W.R.J.; DU PLESSIS, M.A.; JACKSON, S.; NAGY, K.A. Field metabolism, water requirements and foraging behavior of wild ostriches in the Namib. **Ecology**, v. 74, p. 568 – 579, 1993.

WEURDING, R. E., A. VELDMAN, W. A. G. VEEN, P. J. VAN DER AAR, AND M. W. A. VERSTEGEN. Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. **J. Nutr.**, v. 131, p. 2329–2335, 2001.

ZAEFARIAN, F.; ABDOLLAHI, M. R.; COWIESON, A.; RAVISDRAN, V. Avian liver: The forgotten organ. **Animals**, v. 9, n. 63, p. 1-23, 2019. 10.3390/ani9020063