

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MORFOTECNOLOGIA**

ISABELLY FERNANDA SANTOS BARBOSA

**ANÁLISE HISTOMORFOMÉTRICA DO FÍGADO E PÂNCREAS
DE TRÊS ESPÉCIES DE AVES DE RAPINA: *CARACARA
PLANCUS*, *RUPORNIS MAGNIROSTRIS* E *CORAGYPS ATRATUS***

Recife

2018

ISABELLY FERNANDA SANTOS BARBOSA

**ANÁLISE HISTOMORFOMÉTRICA DO FÍGADO E PÂNCREAS
DE TRÊS ESPÉCIES DE AVES DE RAPINA: *CARACARA
PLANCUS, RUPORNIS MAGNIROSTRIS E CORAGYPS ATRATUS***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Morfotecnologia do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em Morfotecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Pinto de Medeiros.

Coorientadora: Profa. Dra. Carolina Peixoto Magalhães

Recife

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Barbosa, Isabelly Fernanda Santos

Análise histomorfométrica do fígado e pâncreas de três espécies de aves de rapina : *Caracara plancus*, *Rupornis magnirostris* e *Coragyps atratus* / Isabelly Fernanda Santos Barbosa. – 2018.

57 f. : il.

Orientadora: Juliana Pinto de Medeiros.

Coorientadora: Carolina Peixoto Magalhães.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Pós-graduação em Morfotecnologia, Recife, 2018.

Inclui referências.

1. Aves I. Medeiros, Juliana Pinto de (orient.) II. Magalhães, Carolina Peixoto (coorient.) III. Título.

598

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2018 - 225

ISABELLY FERNANDA SANTOS BARBOSA

**ANÁLISE HISTOMORFOMÉTRICA DO FÍGADO E PÂNCREAS
DE TRÊS ESPÉCIES DE AVES DE RAPINA: CARACARA
PLANCUS, RUPORNIS MAGNIROSTRIS E CORAGYPS
ATRATUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Morfotecnologia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em Morfotecnologia.

Aprovado em: 15/03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Professora 1 (Dr.^a Juliana Pinto de Medeiros)/UFPE

Professora 2 (Dr.^a Luciana Maria Silva de Seixas Maia)/ UFPE

Professora 3 (Dr.^a Fernanda das Chagas Angelo Mendes Tenório)/ UFPE

Aos meus pais Maria Valdelúcia
e Edvaldo Barbosa, irmã Érika
Kívia, companheiro e melhor
amigo Rafael Reinaldo.

AGRADECIMENTOS

Sou sinceramente grata à Prof^a. Dr^a Juliana Pinto de Medeiros, pela orientação, por ter me acolhido na morfotecnologia, por todo incentivo e ajuda que foram fundamentais para o andamento desta dissertação.

À Prof^a Dr^a Carolina Peixoto Magalhães, por ter me recebido de braços abertos na família Anatomia, pela orientação, pelo exemplo de profissionalismo e humildade dentro e fora da sala de aula e por toda ajuda durante todos esses anos desde a graduação.

Ao Prof Dr Francisco Amanajás, pelo excelente exemplo de profissionalismo, humanidade e dedicação à ciência e por toda contribuição, incentivo, ideias e ensinamentos à este projeto.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Centro Acadêmico de Vitória (CAV) pela infraestrutura indispensável à realização de todas as etapas deste projeto.

À Equipe de Pesquisa com Aves de Rapina, Kleber Fraga, Fernanda Alda, Pablo e Camilla por todas as horas de incentivo e trabalho que foram tão fundamentais para cada processo realizado até aqui. À Jonathas Lins por toda contribuição e conhecimento transmitidos, fundamentais à coleta dos urubus.

Aos Técnicos de laboratório do CAV especialmente a André Pukey, Ewerton Fylipe e Rosane Galvão, pela ajuda e boa vontade indispensáveis à todas as etapas.

À banca de qualificação: Luciana Maia, Jeymesson e Ivone, pela contribuição à melhoria deste trabalho.

Aos amigos, Thalita Christina, Claudiana Rodrigues, Nivaldo Bernardo, Erivaldo Alves, Renata Silva, Wagner Freitas, Gerssica Ferreira, Ketsia Sabrina, Teone Pereira e Juliane Silva que estão presentes na minha vida desde a graduação. Às amigas que a morfotecnologia me trouxe Sanielly Torres e Juliana Barbosa, por todo incentivo e palavras de carinho. À querida equipe GTAF: Josemir, Priscila, Elizelma, Beatriz, Bruno, Rafaela e Roberta.

Agradeço especialmente à minha família por tudo, pelo amor, paciência e por terem acreditado e me incentivado tanto desde pequena a seguir estudando e a buscar um futuro melhor, por vocês que venho até aqui.

Também agradeço à Rafael Reinaldo, meu noivo, companheiro e melhor amigo, não tenho palavras para descrever como sou grata por todas as horas de paciência, conselhos e amor que me ajudaram a seguir adiante não apenas neste mestrado, mas em tanto da minha vida.

Agradeço por fim à todos que contribuíram direta ou indiretamente à realização deste estudo.

A vocês dedico.

Gratidão!

Agradeço todas as dificuldades que
enfrentei; não fosse por elas, eu não
teria saído do lugar.

Chico Xavier

RESUMO

As aves de rapina *Caracara plancus* (Carcará); *Rupornis magnirostris* (gavião carijó) e *Coragyps atratus* (urubu de cabeça preta) possuem o hábito alimentar baseado em animais vivos ou mortos. Este estudo objetivou realizar uma análise histomorfométrica descritiva do fígado e pâncreas. Estes órgãos foram coletados de 7 animais de cada espécie, após isso foram fixados em formaldeído 10%, processados e corados em HE, PAS e Prata Reticulina. As lâminas foram fotomicrografadas e analisadas em microscópio óptico, a morfometria foi realizada através do software ImageJ. Os dados foram analisados a partir dos testes estatísticos Kolmogorov Smirnov, Kruskal Wallis e Mann Whitney para comparação dos resultados entre as espécies. Na análise histológica as três espécies não variaram em relação à composição dos tecidos do pâncreas e do fígado, assemelhando-se a descrições presentes na literatura para outras espécies de aves não rapinantes. Através da coloração PAS os fígados das três espécies foram semelhantes, apresentando baixa concentração de glicogênio nos hepatócitos. Quanto à morfometria do fígado, observou-se que ocorreram diferenças entre a área dos núcleos, a quantidade total de núcleos, a quantidade de células mononucleadas e binucleadas entre as três espécies. Quanto às fibras reticulares, também houve diferenças. Quando comparadas entre si, as espécies *C. plancus* e *R. magnirostris* não apresentaram diferenças, já a espécie *C. atratus* diferiu das demais. As ilhotas de Langherans, também mostraram-se significativamente diferentes entre as espécies. Estas variações podem ser um indicativo de adaptações do organismo a diferentes hábitos alimentares.

Palavras-chave: Aves de rapina. Hábitos Alimentares. Morfometria. Histologia.

ABSTRACT

Birds of prey *Caracara plancus* (Carcará); *Rupornis magnirostris* (carijó hawk) and *Coragyps atratus* (black-headed vulture) have the eating habit based on live or dead animals. This study aimed to perform a descriptive histomorphometric analysis of the liver and pancreas. Livers and pancreas were selected from 7 animals of each species, after being collected, fixed in 10% formaldehyde, processed and stained in HE, PAS and Prata Reticulina. The slides were photomicrographs and analyzed under an optical microscope, morphometry was performed using ImageJ software. The data were analyzed from the Kolmogorov Smirnov, Kruskal Wallis and Mann Whitney statistical tests to compare the results among the species. In the histological analysis the three species did not vary in relation to the composition of the pancreas and liver tissues, resembling the descriptions present in the literature for other species of birds. Through PAS staining the livers of the three species were similar, presenting low glycogen concentration in the hepatocytes. As for liver morphometry, it was observed that there were differences between the area of the nuclei, the total number of nuclei, the amount of mononuclear and binucleate cells among the three species. As for reticular fibers, there were also differences. When compared to each other, the species *C. plancus* and *R. magnirostris* did not present differences, whereas *C. atratus* species differed from the others. The islets of Langherans also showed to be significantly different between the species. These variations may be indicative of the body's adaptations to different eating habits.

Key words: Birds of Prey. Eating Habits. Morphometry. Histology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	FOTO DE <i>CARARA PLANCUS</i>	18
FIGURA 2-	FOTO DE <i>RUPORNIS MAGNIROSTRIS</i>	19
FIGURA 3-	FOTO DE <i>CORAGYPS ATRATUS</i>	20
FIGURA 4-	FOTO DE URUBU-DE-CABEÇA-PRETA LIMPANDO AS PENAS DE UM CARCARÁ	21
FIGURA 5-	FOTO DA ARMADILHA TOMAHAWK.....	30
FIGURA 6-	FOTOMICROGRAFIAS DE FÍGADO DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R. MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i> CORADOS EM H.E.....	33
FIGURA 7-	FOTOMICROGRAFIAS DE FÍGADO DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R. MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i> CORADOS EM P.A.S.....	35
FIGURA 8-	FOTOMICROGRAFIAS DE INFILTRADOS INFLAMATÓRIOS E GRANULOMAS EM <i>C. PLANCUS</i> E <i>R. MAGNIROSTRIS</i>	36
FIGURA 9-	FOTOMICROGRAFIA DO FÍGADO DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R. MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i> CORADO EM PRATA RETICULINA	37
FIGURA 10-	FOTOMICROGRAFIA DE PÂNCREAS DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R. MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i> CORADOS EM H.E.....	38

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1- MÉDIA DA ÁREA E DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES MORFOMÉTRICAS EM μM^2 DA ÁREA DOS NÚCLEOS DOS HEPATÓCITOS, DA ÁREA DOS CAPILARES SINUSÓIDES, DA QUANTIDADE TOTAL DE NÚCLEOS, CÉLULAS MONONUCLEADAS E BINUCLEADAS DE MACHOS E FÊMEAS DE C. PLANCUS, R. MAGNIROSTRIS E C. ATRATUS40**
- TABELA 2- MÉDIA DA ÁREA E DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES MORFOMÉTRICAS EM μM^2 DA ÁREA DOS NÚCLEOS DOS HEPATÓCITOS, DA QUANTIDADE TOTAL DE NÚCLEOS, CÉLULAS MONONUCLEADAS E BINUCLEADAS DE C. PLANCUS (A), R. MAGNIROSTRIS (B) E C. ATRATUS (C) POR ÁREA. VALOR DE SIGNIFICÂNCIA $P<0,05$ 41**
- TABELA 3- MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO VOLUME DE FIBRAS RETICULARES EM C. ATRATUS (A), C. PLANCUS (B) E R. MAGNIROSTRIS (C). VALOR DE SIGNIFICÂNCIA $P<0,05$ 42**
- TABELA 4- MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA ÁREA DAS ILHOTAS DE LANGHERANS EM C. ATRATUS (A), C. PLANCUS (B) E R. MAGNIROSTRIS (C). VALOR DE SIGNIFICÂNCIA $P<0,05$ 43**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	AVES DE RAPINA: CARACTERÍSTICAS GERAIS	16
2.2	ORDEM FALCONIFORMES. ESPÉCIE <i>CARACARA PLANCUS</i>	17
2.3	ORDEM ACCIPITRIFORMES. ESPÉCIE <i>RUPORNIS MAGNIROSTRIS</i>	18
2.4	ORDEM CATHARTIFORMES. ESPÉCIE <i>CORAGYPS ATRATUS</i>	19
2.5	COMPORTAMENTO SOCIAL DAS AVES DE RAPINA	20
2.6	SISTEMA DIGESTÓRIO DAS AVES	21
2.7	O FÍGADO.....	24
2.8	O PÂNCREAS	26
3	OBJETIVOS	28
3.1	OBJETIVO GERAL	28
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	ANIMAIS.....	29
4.3	EUTANÁSIA E COLETA DE MATERIAL HISTOLÓGICO	30
4.4	ANÁLISE HISTOLÓGICA.....	31
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4.5.1	Análise dos dados a nível intraespecífico	31
4.5.2	Análise dos dados a nível interespecífico	32
5	RESULTADOS	33
5.1	DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA DO FÍGADO DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R. MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	33
5.2	DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA DO PÂNCREAS DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.</i> <i>MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	37
5.3	DESCRIÇÃO MORFOMÉTRICA DO FÍGADO DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	39
5.4	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS FIBRAS RETICULARES DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	42

5.5	DESCRIÇÃO MORFOMÉTRICA DA ÁREA DAS ILHOTAS DE LANGHERANS NO PÂNCREAS DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	43
6	DISCUSSÃO	44
6.1	ANÁLISE HISTOLÓGICA DO FÍGADO E PÂNCREAS DE <i>C. PLANCUS</i> R, <i>MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	44
6.2	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS FIBRAS RETICULARES DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	48
6.3	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA ÁREA DAS ILHOTAS DE LANGHERANS NO PÂNCREAS DE <i>C. PLANCUS</i> , <i>R.MAGNIROSTRIS</i> E <i>C. ATRATUS</i>	59
7	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

As aves em geral possuem uma alta diversidade alimentar, as aves de rapina especificamente se alimentam basicamente de animais vertebrados e invertebrados e a depender da espécie, podem incluir na dieta animais em decomposição, nesse contexto, segundo Granzinoli (2003) as adaptações morfológicas do sistema digestório refletem a diversidade alimentar que estas aves possuem.

Dentre os órgãos do sistema digestório, o fígado e o pâncreas, classificados como órgãos anexos, são responsáveis pelo controle do metabolismo energético, através do processo digestivo, atuando como uma interface entre o sistema digestório e o sangue (BENEZ, 2004; CORMACK, 2008; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013, 2017; DENBOW, 2014).

O fígado é um órgão que possui diversas funções nos processos metabólicos, sendo de vital importância para a homeostase do organismo, ele também funciona como uma barreira de proteção contra bactérias que entram através da veia porta, provenientes do intestino grosso (DAVYDOVA, 2017; KING & MCLELLAND 1984; TAVARES *et al.*, 2014). O pâncreas é dividido em três lóbulos: dorsal, ventral e esplênico, possui componentes exócrinos que produzem enzimas digestivas e endócrinos responsáveis pela produção de insulina, glucagon e somatostatina. Além disso, atua na regulação do metabolismo dos carboidratos (CORMACK, 2008; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013; DUPONT, 2015).

Algumas aves de rapina diurnas, como o *Coragyps atratus* (BECHSTEIN, 1793), o *Rupornis magnirostris* (GMELIN, 1788) e o *Caracara plancus* (MILLER, 1777) são abundantes nos centros urbanos e conseqüentemente possuem um maior contato com os seres humanos. Elas são pertencentes às ordens Catartiformes, Acipitriformes e Falconiformes, respectivamente (SICK, 2001). *C. atratus*, o urubu de cabeça preta, possui na dieta basicamente animais em decomposição; *R. magnirostris*, o gavião carijó se alimenta de frutos, artrópodes, pequenos mamíferos, répteis e aves; *C. plancus* o carcará possui alimentação generalista, abrangendo toda as dietas citadas anteriormente (PANASCI E WHITACRE, 2001; VARGAS, 2007; MONTALVO, 2011; SICK, 2001).

Por serem consideradas predadoras de topo, estas aves atuam no controle da população de outros animais, como roedores e insetos e como no caso do urubu e do carcará, também atuam no saneamento do ambiente ao se alimentarem de animais em decomposição.

Para tanto, estudos sobre estas aves são fundamentais para o melhor entendimento da sua morfologia e ecologia, auxiliando na medicina veterinária, nas tomadas de decisões conservacionistas e de controle urbano. Assim, este estudo objetivou realizar uma análise histomorfométrica dos tecidos que compõem o fígado e o pâncreas e comparar estes dados entre três espécies de aves de rapina pertencentes a diferentes ordens, onde inclui-se a espécie *Caracara plancus*, *Rupornismagnirostris* e *Coragypsatratus*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVES DE RAPINA: CARACTERÍSTICAS GERAIS

As aves de rapina ganharam essa definição por possuírem o hábito da caça e predação de outros animais, vertebrados e invertebrados. Esses animais possuem características morfofisiológicas que lhes conferiram sucesso adaptativo a estes hábitos alimentares, como garras fortes e afiadas e tarsos bem desenvolvidos que variam de tamanho de acordo com o hábito alimentar, além disso, possuem bicos maiores e mais fortes, audição aguçada auxiliada pela presença de penas formando uma espécie de “parabólica” que intensifica a captação das ondas sonoras para a localização das presas, pois o olfato geralmente não é bem desenvolvido, também possuem visão privilegiada que lhes auxilia na localização, captura e dilaceração das presas (SICK, 2001; FERGUSSON-LESS & CHRISTIE, 2001).

Estas adaptações as permitem ter uma variada dieta alimentar, através disso elas são consideradas como predadoras de topo pois através da sua alimentação são responsáveis por controlar populações de insetos e roedores evitando superpopulações (RICKLEFS & MILLER, 2000).

Apesar de possuírem estas características que as agrupa como aves de rapina, elas possuem linhagens evolutivas diferentes. Sendo este grupo formado por 4 ordens distintas: Accipitriformes, Falconiformes, Cathartiformes (rapinantes diurnos) e Strigiformes (rapinantes noturnos) (HACKET, 2008; MENK, 2016).

Segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2015) existem cerca de 99 espécies de aves de rapina no Brasil. Estas aves são cosmopolitas, habitando ambientes variados, desde montanhas e tundras até savanas e matas tropicais (FERGUSON-LESS; CHRISTIE, 2001). Segundo Ortega-Álvarez (2008) a estrutura de comunidades de aves nas cidades normalmente está positivamente relacionada à cobertura arbórea e negativamente relacionada a lugares com trânsito de carros e pessoas, contudo, com pardais e pombos essa relação é inversa. Este estudo realizado na Cidade do México, também mostrou que foi perbebida a diminuição da diversidade de espécies nos centros urbanos à medida que ocorria um aumento da abundância de espécies adaptadas aos níveis de desenvolvimento das cidades. Essa relação inversa também é percebida entre as aves de rapina, onde a concentração destas também tem aumentado significativamente em

zonas urbanas e peri-urbanas, como foi mostrado por Vasconcelos (2007), Mendes (2015) e Teixeira (2017), nestes estudos as espécies *C. atratus*, *R. magirostris* e *C. plancus* foram algumas das mais presentes entre a relação da avifauna da região. Carvalho (2016) afirma ainda que a alta incidência destas aves em aeroportos chega a se tornar uma problemática implicando riscos à segurança aeroportuária.

2.2 ORDEM FALCONIFORMES, ESPÉCIE *C. PLANCUS*

O falconiformes são uma ordem monofilética (GRIFTHS, 1999; FUCHS *et al.*, 2011) que possuem apenas 1 família, a Falconidae, esta família inclui 68 espécies de aves de rapina, que abrangem os falcões e os carcarás (GILL; DONSKER, 2014). Destas espécies, apenas 20 estão presentes no Brasil, entre estas, a espécie *Caracara plancus* (Miller, 1777), popularmente conhecida como carcará, carrancho e caracaraí, dependendo da região (CBRO, 2014).

Sua alimentação é constituída principalmente de anfíbios, répteis, anelídeos, pássaros e outros pequenos vertebrados (SICK, 2001; VARGAS, 2007), podendo comumente se alimentar de carniça (BINI, 2009). Também há relatos de carcarás se alimentando de grãos como amendoim e feijão e frutos de dendê (SICK, 2001). A carniça constitui de 20 a 40% da dieta do carcará, enquanto o restante da sua alimentação consiste de presas vivas (MONTALVO, 2011). Neste último caso, o carcará assim como as demais espécies da família Falconidae possuem o hábito de ficarem à espreita de suas presas em poleiros, como galhos, postes, moradias e morros, de onde vigiam os arredores, precipitando-se sobre a presa para capturá-la (SICK, 2001).

Possui em média 56 cm de comprimento e 123 cm de envergadura (quando abre as asas), suas características físicas os tornam facilmente reconhecíveis, pois possuem o alto da cabeça na cor preta semelhante a um “chapéu”, pescoço branco, a face é vermelha ou laranja escuro, o peito é marrom com riscos pretos, seus pés e pernas são compridos e amarelos e durante o voo é identificável pelas pontas das asas brancas (SICK, 1997).

Figura 1- Espécie *Caracara plancus*.



Fonte: Wikipédia (2018)

2.3 ORDEM ACCIPITRIFORMES, ESPÉCIE *R.MAGNIROSTRIS*

A ordem dos accipitriformes incluem 266 famílias, distribuídas em diversas regiões, desde o México, percorrendo América central, América do sul até a Argentina. Incluída nessa ordem está a família accipitridae. No Brasil há 48 espécies dessa família distribuídas por todo território nacional. A espécie *Rupornis magnirostris*(Gmelin, 1788) é a mais abundante espécie de gavião no Brasil (SICK, 1997), onde é conhecida popularmente como gavião-carijó, gavião-pega-pinto, gavião-indaié e papa-pinto dependendo da região (SICK, 2001).

O gavião-carijó mede entre 33 a 41 cm de comprimento (MÁRQUEZ *et al.* 2005). Contudo Firmino (2013) observou que espécies da caatinga eram menores que as já descritas para a espécie em outras regiões. Quando adulto, o dorso e a cabeça são de cor marrom escuro e o restante do corpo possui coloração marro claro e creme, com listras horizontais escuras (ANTAS, 2005).

Sua alimentação consiste principalmente de artrópodes, pequenos lagartos, cobras, pássaros e roedores, podendo, em certas ocasiões, capturar morcegos (SICK, 1997). Para caçar tem o hábito de permanecer empoleirado, até visualizar a presa e então atacá-la (PANASCI & WHITACRE, 2000).

Figura 2- Foto da espécie *Rupornis magnirostris*.



Fonte: [http:// www.amigosdoterramar.com.br](http://www.amigosdoterramar.com.br) (2018)

2.4 ORDEM CATHARTIFORMES, ESPÉCIE *C. ATRATUS*

A ordem Cathartiformes possui apenas uma família, a Cathartidae que abrange os urubus e condores, esta família por sua vez possui cinco gêneros e o total de sete espécies, destas, cinco são encontradas no Brasil (CRBO, 2014). São muito confundidos com os abutres, estes fazem parte dos accipitriformes e a semelhança entre eles se dá por um fenômeno chamado convergência evolutiva (MENK, 2014).

Coragyps atratus (Bechstein) é considerado por alguns autores como uma ave de rapina necrófaga, em vida livre se alimenta de carne em putrefação (FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001), atuando como importantes agentes saneadores do ambiente (SICK, 2001). Pode, contudo, atacar ocasionalmente animais vivos impossibilitados de fugir, assim como, há relatos de urubus se alimentando de lagartos, pequenas cobras e frutas como a banana e o abacate (FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001). Acredita-se que todas as espécies de urubu sejam dotadas de visão aguçada, sendo esta a principal forma de localização do alimento (BANG *et al.* 1964; McSHEA *et al.*, 2000), podendo enxergar à cerca de 3000m de altura um objeto de 30 cm de comprimento (SICK, 2001). O gênero *Cathartes* também pode se orientar pelo olfato à procura de alimento, condição rara entre as aves (SICK, 2001).

C. atratus possui aproximadamente 56 a 66 cm de comprimento e cerca de 143 cm de envergadura, tendo as penas e a pele do pescoço e da cabeça completamente pretas. Durante o voo diferencia-se das demais espécies por possuir as asas com uma forma mais arredondada. Além disso, na extremidade de cada asa possui uma ponta mais clara, parecida com um círculo (ANTAS, 2005; SICK, 1997; FERGUNSON-LEES & CHRISTIE, 2001).

Figura 3. Foto da espécie *Coragyps atratus*.



<http://www.avescatarinenses.com.br/animais/1-aves/323-urubu-cabeca-preta>

2.5 COMPORTAMENTO SOCIAL DAS AVES DE RAPINA

Urubus e carcarás possuem uma interação conhecida por Allopreening, que é um comportamento social observado entre animais de diferentes espécies (PALMEIRA, 2008). Essa associação auxilia a ambas, pois por um lado os carcarás retiram os parasitas do corpo dos urubus, por outro lado conseguem alimento com mais facilidade. Esse comportamento foi observado no estudo desenvolvido por Silva & Carmo (2015), no qual um urubu realizava movimentos de limpeza das penas de um carcará. Segundo Radford & Du Plessis (2006) e Menk (2011) esse comportamento tem por finalidade a interação entre as espécies através de estabelecimento de posicionamentos hierárquicos, além do re-estabelecimento de interações após algum conflito entre indivíduos.

Figura 4. Foto de um urubu limpando as penas de um carcará.



Fonte: <http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2011/07/amizade-entre-gaviao-e-urubu-chama-atencao-em-lixao-de-mato-grosso.html>

2.6 SISTEMA DIGESTÓRIO DAS AVES

O sistema digestório das aves segue a seguinte organização básica: orofaringe, esôfago, inglúvio (papo), estômago glandular cranial (proventrículo), estômago mecânico caudal (moela ou ventrículo), intestino delgado (duodeno, jejuno, íleo), divertículo de Meckel ou divertículo vitelínico, intestino grosso (cecos, cólon/reto) e cloaca, além destes, o fígado e o pâncreas auxiliam os processos digestivos como órgãos anexos (POUGH *et al.* 2008; DENBOW, 2014). O sistema digestório das aves possui função de dilaceração das presas, deglutição dos pedaços ou do animal inteiro, digestão dos alimentos, absorção dos produtos provenientes da digestão e excreção (BOARO, 2009)

Ainda de acordo com Pough *et al.* (2008) as aves apresentam algumas diferenças quando comparadas a outros vertebrados, que é a ausência de dentes e com isso a impossibilidade de mastigar, essa função é então transmitida aos demais órgãos desse sistema.

A cavidade oral das aves possui um palato duro incompleto, contendo a fenda da coana (abertura da cavidade nasal) posteriormente, elas não possuem o palato mole. Na parte anterior do palato há a região de mucosa que possui papilas, já na parte submucosa encontram-se as glândulas salivares (BENEZ, 2001).

A morfologia da língua das aves pode variar de acordo com o hábito alimentar, esta possui musculatura estriada e é revestida por epitélio pavimentoso estratificado

queratinizado. Como as aves não apresentam palato mole, a orofaringe se continua com o esôfago.

O esôfago é um tubo muscular entre a orofaringe e o estômago glandular, ele possui a função de lubrificar o alimento que foi deglutido, também possui uma grande capacidade de distensão, conferindo às aves a possibilidade de engolir presas de uma só vez. (DYCE, 1997;DENBOW, 2014). As aves possuem distensão nas paredes do esôfago descrita como inglúvio (papo) que possui a função de armazenar o excesso de alimento coletado, o inglúvio em algumas aves também pode se apresentar como uma estrutura à parte uni ou bilobada (POUGH, 2008). Franzo (2009) estudou a biometria do esôfago de carcarás onde encontrou diferenças entre machos e fêmeas, o que segundo Zamith (1952) é comum ocorrer entre vertebrados, não apenas no esôfago, mas em todo o sistema digestório.

O proventrículo (estômago glandular) é constituído por glândulas que produzem muco, ácido clorídrico e pepsinogênio, este órgão possui a função de promover a digestão química do alimento (DENBOW, 2014), o ventrículo (estômago mecânico) que funciona processando mecanicamente o alimento (POUGH, 2008; DENBOW,2014).

O intestino grosso abre-se na cloaca. Na junção íleo-intestino grosso estão presentes os cecos (DYCE *et al.*, 1997). O intestino delgado atua no processo digestivo absorvendo os nutrientes provenientes da digestão, este se divide em três partes: o duodeno, o jejuno e o íleo. O divertículo vitelino (ou divertículo de Meckel) é um remanescente do saco vitelino e está presente entre o jejuno e o íleo. (GODOY, 2013; POUGH, 2014). Já o intestino grosso é menor que o intestino delgado e possui a função de estocar o produto final da digestão e reabsorver água e eletrólitos.

Estudos de Franzo *et al.* (2007) e Santos *et al.* (2011) mostraram que a espécie *C. plancus* possuem intestinos longos, particularmente o duodeno, quando comparado a outras espécies de aves. Santos através do estudo de Trânsito Gastrointestinal (TGI) de carcarás observou que o alimento demorava mais a passar pelo duodeno devido à sua extensão, esse período longo também ocorria nos estômagos, neste estudo observaram que em carcarás o TGI demora cerca de $670 \pm 80,5$ minutos. Sobre esse fato, Banks (1992) e Wencke & Kirberger (2003) afirmam que longos períodos de digestão nas aves são

necessários para o aproveitamento ao máximo dos nutrientes provindos da alimentação, além de que uma maior permanência nos estômagos é fundamental para as aves pois por estas não possuírem dentes, dependendo diretamente dos estômagos para a função de trituração e digestão.

Os cecos possuem a função principal da digestão microbiana da celulose, variam em presença, tamanho e conformação entre espécies de acordo com o hábito alimentar que elas possuem (SWENSON, 1996) sendo pequenos em espécies carnívoras, granívoras e insetívoras e geralmente grandes em espécies onívoras e herbívoras (POUGH, 2008).

Boaro (2009) e Godoy (2013) observaram que a espécie *Gallus domesticus* apresentava cecos bem desenvolvidos, já corujas possuíam cecos glandulares, respectivamente. Fraga (2013) observou em estudos feitos em *C. plancus*, que esta espécie de hábito generalista possuía cecos vestigiais.

O cólon/reto é a porção final do sistema digestório que finaliza na cloaca, neste último desembocam os sistemas digestório, urinário e reprodutor. A cloaca é dividida em três compartimentos distintos, o urodeu, coprodeu e o proctodeu (DENBOW, 2014; GODOY, 2013).

O fígado e o pâncreas são os órgãos anexos do sistema digestório e de extrema importância no metabolismo das aves. O fígado é formado por dois lobos e está localizado abaixo do esterno e envolto por uma cápsula de tecido conjuntivo (GODOY, 2013).

O pâncreas está localizado entre as alças do duodeno ascendente e descendente onde se abrem os ductos pancreáticos e biliares (BENEZ, 2001), segundo Klaphake (2006) medindo cerca de metade do comprimento do laço duodenal em strigiformes (aves de rapina noturnas) e possui comprimento menor em aves de rapina diurnas.

2.7 O FÍGADO

O fígado é um órgão anexo do sistema digestório, sendo o segundo maior órgão do organismo de maioria dos animais e de vital importância para a homeostase do organismo. Possui várias funções exócrinas e endócrinas, dentre elas, processamento e armazenamento de nutrientes absorvidos por outros órgãos desse sistema, neutralização e eliminação de substâncias tóxicas, fagocitose de hemácias, produção da bile, secreção de hormônios, além de funcionar como uma barreira de proteção contra microorganismos que entram através da veia porta, entre outras funções (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013, 2017; ZORN, 2008). A bile é responsável pela emulsificação das gorduras. As aves são capazes de produzir vitamina C a partir de glicose armazenada no fígado (BENEZ, 2001)

A constituição histológica deste órgão se dá principalmente pelos hepatócitos, de acordo com a literatura estas células medem aproximadamente de 20 a 30 μm de diâmetro, elas possuem um núcleo central, podendo ser uni ou binucleadas.

No fígado há o armazenamento de glicose em forma de glicogênio, convertidos pelos hepatócitos. O glicogênio é a principal forma de armazenamento de carboidratos no organismo dos animais e este processo ocorre em sua maior parte no fígado. Segundo Saviani et al. (2012) as aves possuem baixo depósito de glicogênio no fígado, o que pode estar associado ao tempo de jejum, estresse, condições fisiológicas do espécime e a própria genética da espécie. Turner *et al.* (1999) em estudos feitos em Galliformes, afirmam que dietas ricas em carboidratos elevam o glicogênio hepático, enquanto dietas ricas em proteínas não possuem essa mesma capacidade, neste caso a demanda de glicose pelo organismo é suprida pelo processo de gliconeogênese. Ferrer *et al.* (1987) e Mighorini *et al.* (1973) demonstraram em seus estudos que as aves de rapina possuem um alto processo gliconeogênico, importante para estas devido ao seu hábito alimentar pobre em carboidratos.

Os hepatócitos formam uma estrutura composta por células hepáticas anastomosadas em cordões hepáticos compostas por duas células, essa estrutura é chamada de lóbulo hepático e em mamíferos ela se apresenta bem definida em forma hexagonal envolta por uma camada de tecido conjuntivo, nos vértices encontram-se os

espaços porta compostos por ramos da veia porta, da artéria hepática, do ducto biliar e de vasos linfáticos, estes são de fácil visualização, em aves isso não ocorre, esses lóbulos não são visíveis, e os espaços porta não aparentam tem uma organização definida (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013; CORMACK, 2003)

Os espaços entre as placas hepáticas é chamado de espaço sinusoidal, onde estão presentes os capilares sinusóides que desembocam na veia centro-lobular formada por uma parede simples de células pavimentosas. Nos capilares é possível encontrar as células de Kupffer, macrófagos residentes no fígado, estas células fagocitam eritrócitos senescentes e micro-organismos invasores (POUTON & HAYNES, 2005; ZORN, 2008).

Cerca de 80% do sangue que entra no fígado deriva da veia porta, que leva o sangue pobre em oxigênio e rico em nutrientes provenientes do sistema digestório e outras partes do corpo, enquanto 20% entra através da artéria hepática que traz consigo sangue rico em oxigênio (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013). O fígado possui alta capacidade de regeneração, segundo FAUSTO *et al.* (2006) a regeneração do fígado é basicamente um processo de compensação onde a massa do fígado se expande para compensar o tecido que foi danificado ou perdido.

O fígado por ter função de eliminar toxinas do organismo, é alvo de estudos ecotoxicológicos para monitorar a qualidade do ambiente e os níveis de contaminação que cada ambiente está exposto (KITOWSKY, 2017; ISHII, 2017; MANSOURI & MAJNONI, 2014). Nesse sentido, em alguns trabalhos como o de Pereira (2010) e de Marques (2017), foram utilizadas as espécies *Tytofurcata* (coruja-das-torres), *Anasplatyrrynchos* (pato-real), *Larusfuscus* (gaiivota-de-asa-escura) e *Larusridibundus* (guincho-comum) para avaliar a incidência de pesticidas. Como resultado, 71,43% das corujas e 100% das outras aves apresentaram contaminações nos fígados por pesticidas. As aves de rapina, segundo Pereira (2010) são bons indicadores dos níveis de contaminação de áreas agrícolas, pois em sua alimentação consomem insetos, roedores e pequenos mamíferos que estão em contato direto com metais pesados, agrotóxicos e outros pesticidas.

2.8 O PÂNCREAS

O pâncreas é considerado uma glândula mista por possuir estruturas capazes de produzir substâncias exócrinas, como enzimas digestivas e produzir substâncias endócrinas como os hormônios (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013). Anatomicamente o pâncreas nas aves é envolvido pela alça do duodeno, onde nesse trecho ocorre abertura dos ductos pancreáticos e biliares (BENEZ *et al.* 2001).

Quanto à porção exócrina, o pâncreas é formado por ácinos, compostos por células serosas produtoras de enzimas digestivas circundando um lúmen no centro da glândula acinosa, maioria das enzimas produzidas nas células acinosas são armazenadas na forma inativa e apenas entram em atividade quando são liberadas no intestino delgado (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

As ilhotas de Langerhans constituem a parte endócrina do pâncreas, e em humanos medem cerca de 100 a 200 μm (FALKMER, 1995), nestas ilhotas estão presentes os principais reguladores da glicemia nos animais. Esta regulação é feita através de dois tipos celulares: pelas células β que produzem insulina e as células α produtoras de glucagon (MADSEN, 2007). A secreção da insulina e o ritmo como é liberada no organismo é considerado um importante intermediário no controle neuroendócrino do organismo, estando relacionado à regulação do metabolismo das células hepáticas no fígado (DELATTRE, 2004). Nesse sentido, as ilhotas de Langerhans são essenciais para a regulação do metabolismo energético (CABRERA ET AL. 2006).

Nos animais há diferenças em relação à organização e à presença destas células na ilhotas, como mostrado por Govendir *et al.* (1999) em cães através de imunohistoquímica que observou a presença de dois tipos de ilhotas, uma onde ocorria a presença de células β no interior das ilhotas, e um segundo tipo em que as células β encontravam-se em grupos de duas a cinco células isoladas no parênquima pancreático. Já Furukoa (1989) observou que em cavalos ocorria a presença de células α no interior das ilhotas, cercadas por células β .

Palmieri *et al.* (2014) em seus estudos observaram que as aves de rapina possuem uma conformação de ilhotas de Langerhans distinta a esse grupo, com predominância das células β em três tipos diferentes de ilhotas observadas. Esta variação estaria envolvida

em adaptações evolutivas a diferentes hábitos alimentares, especificamente entre aves granívoras e carnívoras. Stevens *et al.* (2004) também afirmam que a insulina, produzida pelas células β é o hormônio mais presente em aves carnívoras, que é o caso das aves de rapina, enquanto o glucagon é mais presente em aves granívoras, nestas este hormônio está fortemente associado à glicorregulação. Por fim, Palmieri *et al.* (2014) afirmam que as ilhotas pancreáticas das aves de rapina mostram uma combinação de ilhotas descritas para aves e para mamíferos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar análise histológica e morfométrica dos fígados e pâncreas de três espécies de aves de rapina diurnas *Caracara plancus*, *Rupornis magnirostris* e *Coragyps atratus*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Descrever por meio da histologia e morfometria o fígado e o pâncreas das três espécies em estudo;

3.2.2 Comparar os dados morfométricos entre quantidade total de núcleos, quantidade de células mononucleadas e binucleadas, área de capilares sinusóides, área dos núcleos, volume de fibras reticulares do fígado e a área das ilhotas pancreáticas entre as três espécies.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS

Foram utilizados 21 animais, sendo 7 espécimes de *C. plancus*, 7 espécimes de *R. magnirostris* e 7 espécimes de *C. atratus*. As duas primeiras espécies foram provenientes de coletas anteriores do nosso grupo de pesquisa na UFPE- Centro Acadêmico de Vitória. Os espécimes de *C. atratus* foram coletados em vida livre no aterro sanitário Natuba no município de Vitória de Santo Antão na Mata Sul de Pernambuco, esta coleta e pesquisa também foi autorizada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA através da autorização nº 23076.023966/2016-19 e pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO nº 57230-1.

4.2 COLETA DE *C. ATRATUS* (URUBU-DE-CABEÇA-PRETA)

Para a coleta destes espécimes, utilizamos a armadilha Tomahawk segundo a metodologia de Mangini & Nicola (2003). Estas armadilhas são fabricadas em metal e são amplamente empregadas na capturas de aves, répteis e mamíferos. Possuem um sistema de gatilho no qual o animal ao entrar na armadilha, aciona o gatilho que fecha a porta, este gatilho consiste em um gancho onde fixamos pedaços de frango comprados em frigoríficos. As armadilhas foram posicionadas a cerca de 10 metros de distância entre cada uma, em pontos estratégicos de alta incidência de urubus até a captura. Após capturados pelas armadilhas, os animais foram transportados nestas para o laboratório de Anatomia da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória para imediata eutanásia.

Figura 5- Foto da armadilha Tomahawk



. Fonte: <http://www.westeves.com.br>

4.3 EUTANÁSIA E COLETA DE MATERIAL BIOLÓGICO

As aves foram anestesiadas através da administração de xilazina e quetamina 1,6 mg/kg e 30 mg/kg via intramuscular. Em seguida foi administrado 100mg/kg de Pentobarbital Sódico para a eutanásia. Após a constatação do óbito, imediatamente foi retirado todo o trato digestório em bloco, desde a orofaringe até a cloaca.

Todos os órgãos foram preservados em formaldeído a 10% durante 48h. Após a fixação, fragmentos do fígado e pâncreas de cada animal foram coletados e submetidos à desidratação em álcool etílico a concentrações crescentes, diafanização por xilol, impregnação e inclusão em parafina líquida. Os blocos obtidos foram cortados a uma espessura de 5µm em micrótomo digital (Leica RM2245), os tecidos cortados foram então transferidos à lâmina histológica para serem corados. O fígado foi corado com Hematoxilina-Eosina (HE), Ácido Periódico de Schiff (PAS) e Prata Reticulina, já o pâncreas foi corado com HE.

4.4 ANÁLISE HISTOLÓGICA

As lâminas histológicas foram fotomicrografadas e analisadas com câmera digital (Moticam 2300) acoplada ao microscópio óptico (Olympus CX22), através do sistema de análise de imagens Multimagem.

Para a contagem de núcleos, de células binucleadas, uninucleadas, área dos capilares sinusóides e área dos núcleos, foram realizadas 20 fotomicrografias em HE de cada corte histológico de fígado (7 cortes para cada uma das 3 espécies), totalizando 420 fotos analisadas. O mesmo órgão corado com PAS foi submetido a análise qualitativa da intensidade de depósitos de glicogênio celular. Quanto aos fígados corados com prata reticulina, foram realizadas novas fotomicrografias dos 21 cortes histológicos das 3 espécies para estimar o volume de fibras reticulares. As áreas fotografadas corresponderam à periferia dos espaços porta, isto foi necessário para padronizar a mesma área em todas as análises.

As fotomicrografias foram analisadas através do software Image J 1.44 (Research Services Branch, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), as análises estatísticas dos dados obtidos na etapa anterior foram realizadas pelo software SPSS versão 20.0.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.5.1 Análise estatística a nível intraespecífico

Para a comparação entre indivíduos de uma mesma espécie quanto à quantidade de núcleos, a quantidade de células mononucleadas, a quantidade de células binucleadas, a área dos núcleos, área dos capilares e a área das ilhotas de Langerhans por área tecidual utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Já para comparar estas mesmas variáveis entre machos e fêmeas da mesma espécie utilizou-se o teste de Mann-Whitney. Optou-se pela utilização destes testes após a constatação de que os dados eram não-paramétricos, como se pode observar através do teste Kolmogorov-Smirnov. Para todas as análises considerou-se como valor de significância o de $p < 0,05$.

4.5.2 Análise estatística a nível interespecífico

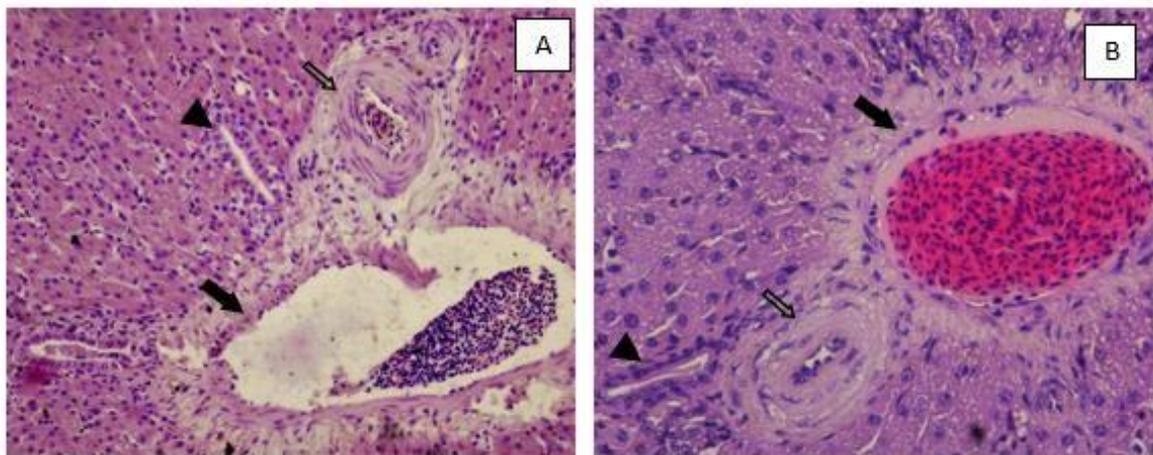
Para testar a existência de diferenças entre indivíduos de espécies diferentes quanto à quantidade de núcleos, a quantidade de células mononucleadas, a quantidade de células binucleadas, a área dos núcleos, área dos capilares e a área das ilhotas de Langerhans por área tecidual utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Após a constatação de diferenças através do teste anterior, foram executados testes de Mann-Whitney para identificar onde se encontram tais diferenças e os valores de cada grupo específico. Por exemplo: células binucleadas espécie A X células binucleadas espécie B; células binucleadas espécie A X células espécie C; células binucleadas espécie B X células binucleadas espécie C. Para todas as análises considerou-se como valor de significância o de $p < 0,05$.

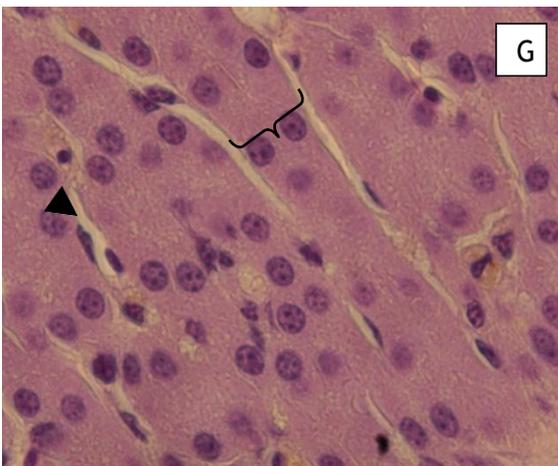
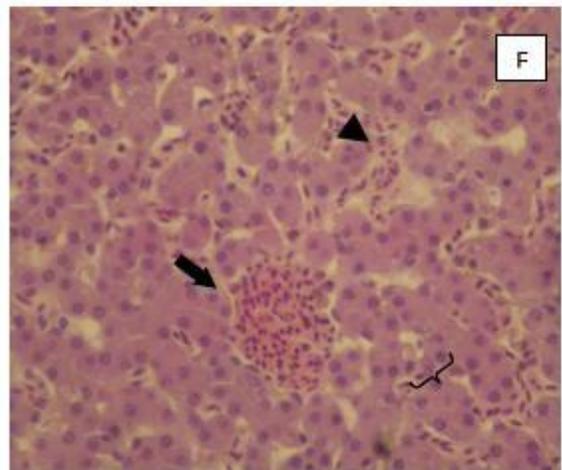
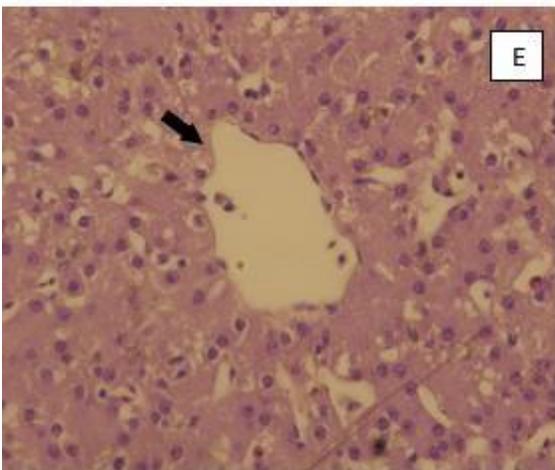
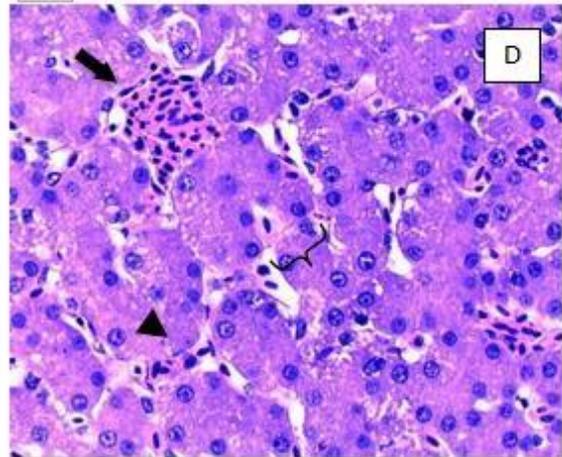
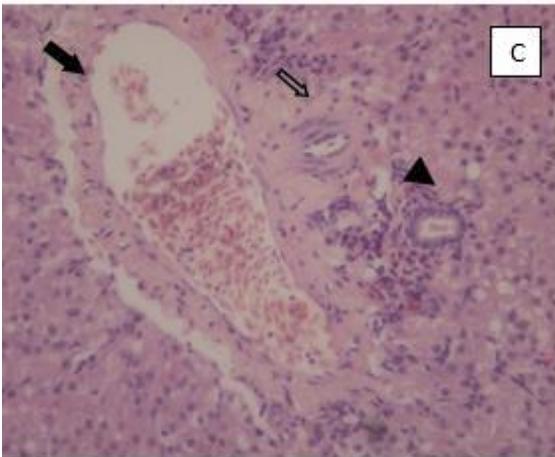
5 RESULTADOS

5.1 DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA DO FÍGADO DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

O fígado das três espécies de aves de rapina apresentou uma cápsula composta por uma camada de células mesoteliais recobrendo a camada delgada de tecido conjuntivo. O espaço porta contendo ramos da veia porta, ramos da artéria hepática e ramos do ducto biliar (Fig. 6A, 6B, 6C) e a veia centro-lobular (Fig. 6D, 6E, 6F). Os lóbulos hepáticos de carcará, gavião carijó e urubu não apresentaram limites definidos. Em todas as aves analisadas, os hepatócitos apresentaram-se organizados em fileiras formadas por uma dupla camada de células hepáticas, separadas entre si por capilares sinusóides, como apontados nas figuras 6D, 6F e 6G.

Figura 6 - Fotomicrografia A mostra o espaço porta-hepático de fígado de *C. plancus*, de *R. magnirostris* em B e de *C. atratus* em C. A seta cheia indica o ramo da veia porta; a seta vazada a arteríola hepática e a cabeça de seta o ramo do ducto biliar. A fotomicrografia D mostra a veia centro lobular em *R. magnirostris*, de *C. plancus* em E, e de *C. atratus* em F. As trabéculas hepáticas compostas por dupla camada de hepatócitos são indicadas com chaves na foto D em *R. magnirostris*, F em *C. atratus*, e G em *C. plancus*. Coloração HE.

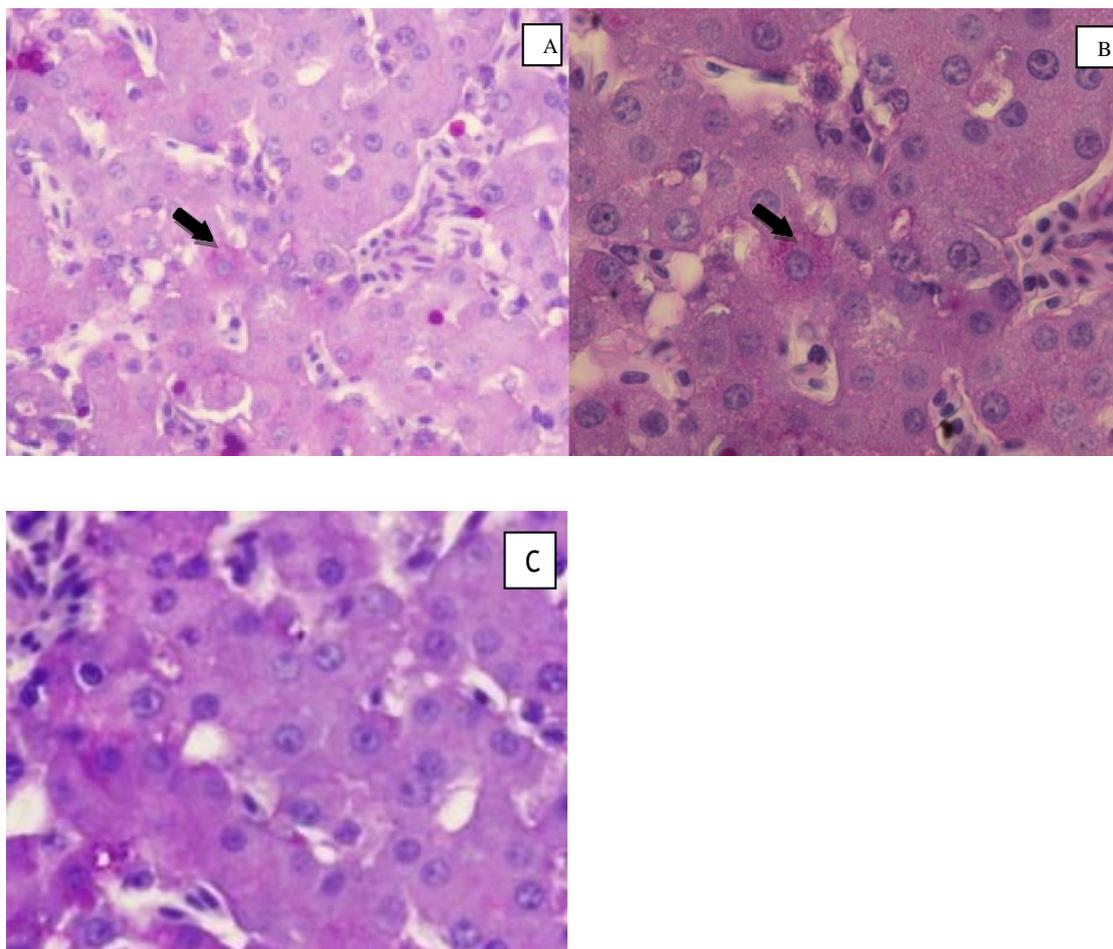




Fonte: O Autor (2018).

Através da coloração histoquímica PAS, os tecidos apresentaram baixo acúmulo de glicogênio nos hepatócitos como mostrados nas figuras 7A, 7B e 7C.

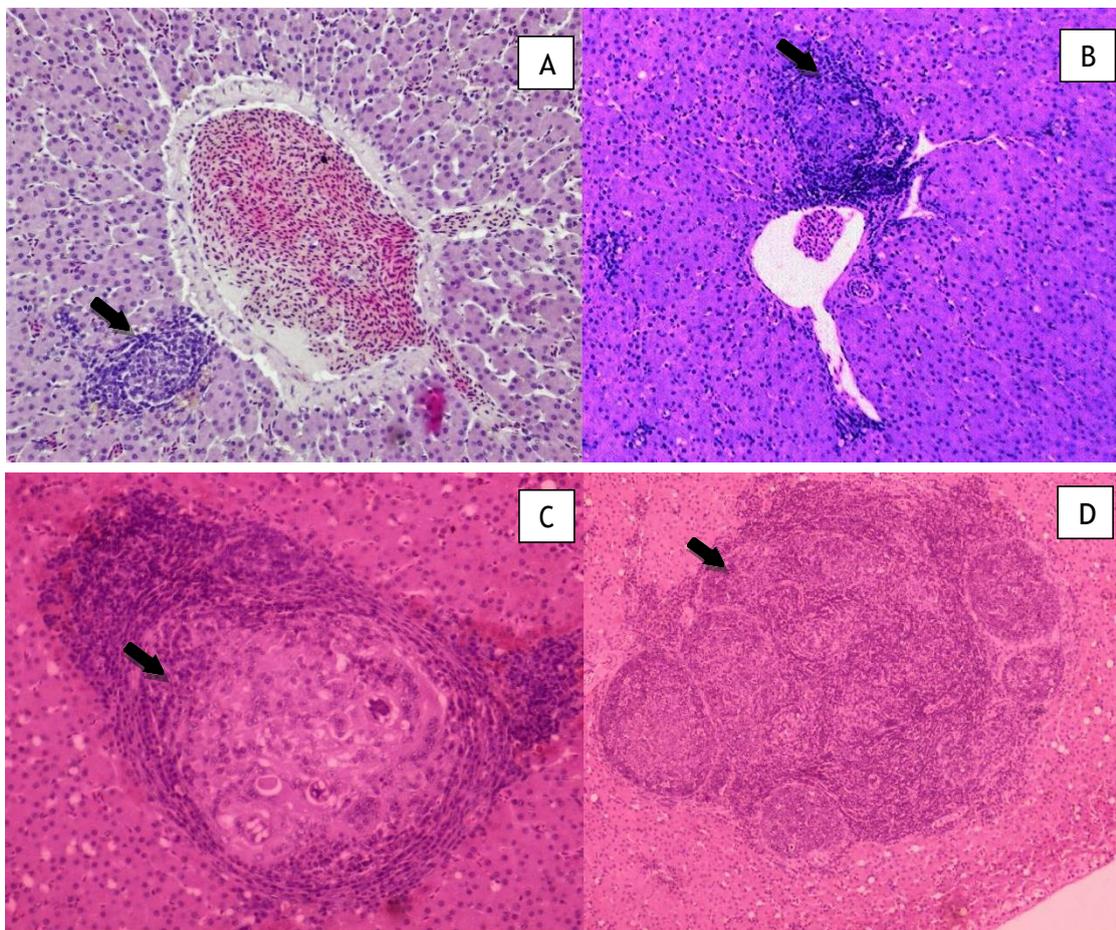
Figura 7 - Fotomicrografias de fígado de *C. plancus* (A), *R. magnirostris*(B) e *C. atratus*(C) setas cheias indicam hepatócitos contendo glicogênio. Coloração PAS. Aumento de 400x em 7A, aumento de 1000x em 7B e 7C.



Fonte: O Autor (2018).

Em alguns espécimes de carcará e gavião-carijó, observou-se a presença de grande quantidade de infiltrados inflamatórios linfocitários distribuídos por todo corte histológico, em sua maior parte concentrados por entre os espaços porta (fig. 8A e 8B), em alguns espécimes de carcará também ocorreu a presença de inflamações crônicas granulomatosas como mostrado nas figuras 8C e 8D.

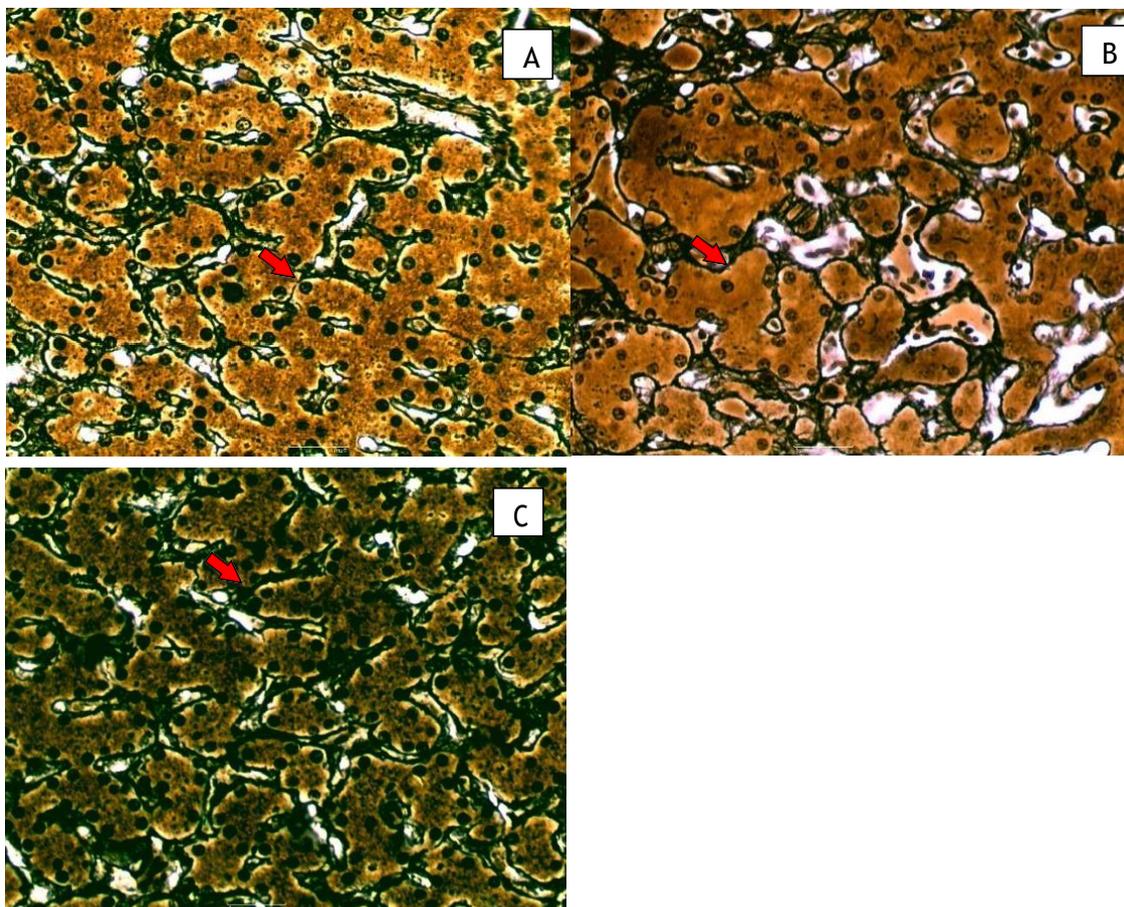
Figura 8- Fotomicrografia de fígado de *C. plancus* (A) e *R. magnirostris* (B) aumento de 200x. Nestas, a seta aponta infiltrados inflamatórios junto a vasos sanguíneos. As fotomicrografias C de *C. plancus* (aumento de 400x) e D de *R. magnirostris* (aumento de 200x) mostram uma inflamação crônica granulomatosa, os granulomas são indicados por seta. Coloração HE.



Fonte: O Autor (2018).

Através da coloração histoquímica Prata reticulina, foi analisada a presença e volume das fibras reticulares distribuídas de maneira uniforme no fígado de *C. plancus* (9A), *R. magnirostris*(9B) e *C. atratus*(9C), através desta técnica observou-se que a impregnação por prata foi mais intensa na espécie *C. plancus*. Nas três espécies os cordões celulares formados pelos hepatócitos e os capilares sinusóides são de fácil identificação.

Figura 9- Fígado corado com Prata Reticulina de *C. plancus* (A), *R. magnirostris* (B) e *C. atratus* (C). Aumento de 400x. Seta vermelha aponta as fibras reticulares.



Fonte: O Autor (2018).

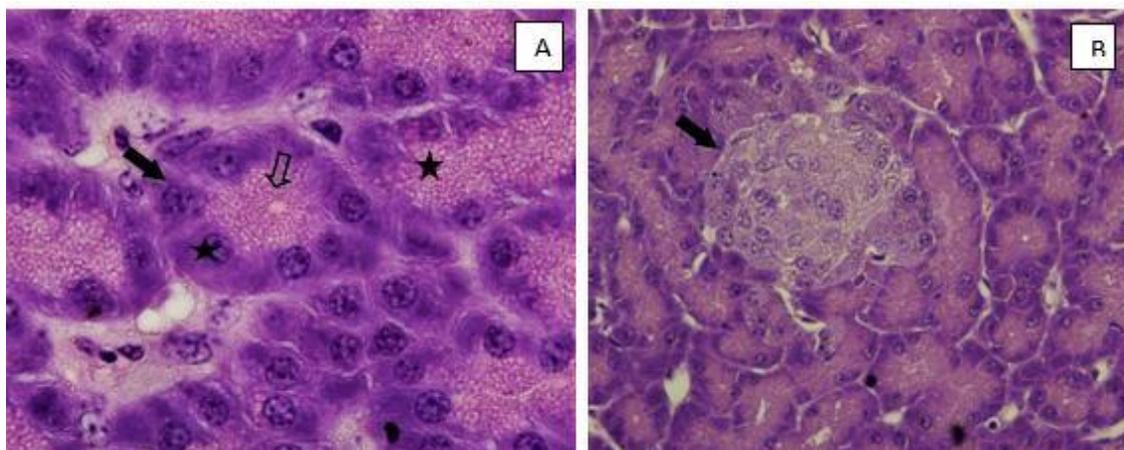
5.2 DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA DO PÂNCREAS DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

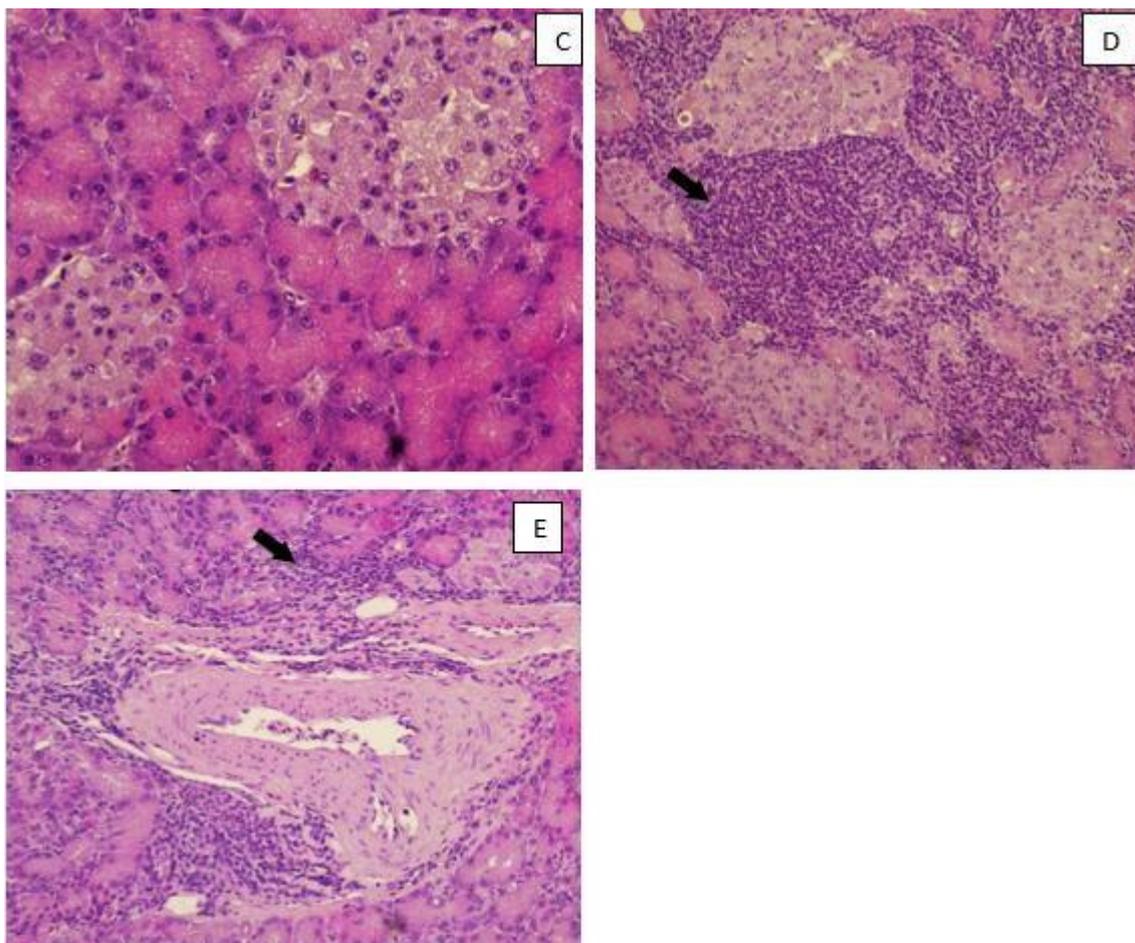
Através das análises do pâncreas de *C. plancus* e de *R. magnirostris* pôde-se observar a camada de tecido conjuntivo que recobre o órgão. A porção exócrina do pâncreas em todas as espécies apresentou semelhanças entre si, sendo compostas por células acinosas formando os ácinos serosos, onde foi possível identificar o lúmen dos ácinos que desembocam nos ductos intercalares, indicados na figura A em carcará e na

figura C em gavião carijó. Os lóbulos pancreáticos são separados entre si por septos. As células possuem citoplasma acidófilo onde pode-se ver os grânulos de secreção (zimogênio) em sua parte apical e os núcleos esféricos situados na base celular (Fig. 10A e 10C).

A porção endócrina também se assemelha entre estas aves, onde é constituída pelas ilhotas pancreáticas. As ilhotas apresentam várias formas e tamanhos e estão distribuídas aleatoriamente por todo o órgão nas três espécies, como indicadas pela seta nas imagens 10B e 10C. Os carcarás e os gaviões carijós também apresentaram infiltrados inflamatórios linfocitários indicados por setas nas figuras 10D e 10E.

Figura 10- Fotomicrografia A mostra o pâncreas exócrino em carcará (Aumento de 1000x) e em C o de gavião carijó (aumento de 400x). Nestas, a seta cheia indica célula acinosa formando o ácino pancreático; a seta vazada aponta o lúmen do ácino; a estrela indica os grânulos acidófilos de zimogênio na região apical celular. O pâncreas endócrino é representado pelas ilhotas pancreáticas apontadas por seta cheia nas fotomicrografias B em carcará e C em gavião carijó. Infiltrados inflamatórios linfocitários foram presentes em carcará (D) e gavião carijó (E). Coloração HE





Fonte: O Autor (2018).

5.3 DESCRIÇÃO MORFOMÉTRICA DO FÍGADO DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Os resultados intraespecíficos obtidos mostraram que não houve diferenças entre a quantidade total de núcleos entre os indivíduos da espécie *C. atratus* ($p > 0,05$), o mesmo foi observado entre os indivíduos da espécie *C. plancus* ($p > 0,05$) e em *C. atratus* ($p > 0,05$). Quanto à quantidade total de células mononucleadas não houve diferenças entre os indivíduos da espécie *C. atratus* ($p > 0,05$), diferentemente do que ocorre entre os espécimes de *R. magnirostris* ($p < 0,05$) e *C. plancus* ($p < 0,05$), nestas aves os machos apresentaram média de células mononucleadas superior às fêmeas. Em relação à quantidade de células binucleadas, foram observadas diferenças nas três espécies ($p < 0,05$), nestas os machos possuíram quantidade maior quando comparados às fêmeas.

Os resultados para área dos capilares sinusóides mostraram que os indivíduos das 3 espécies não são semelhantes ($p < 0,05$), a área foi maior em machos que em fêmeas. Para a área dos núcleos também houve diferenças entre os espécimes das três espécies ($p < 0,05$), destas apenas *R. magnirostris* apresentou área maior em fêmeas.

Tabela 1- Média e desvio padrão das análises morfométricas em μm^2 da área dos núcleos dos hepatócitos, da área dos capilares sinusóides, da quantidade total de núcleos, células mononucleadas e binucleadas de machos e fêmeas de *C. plancus*, *R. magnirostris* e *C. atratus*. Valores em μm .

Espécies	Área dos núcleos	Área dos capilares sinusóides	Núcleos totais	Células mononucleadas	Células binucleadas
<i>C. atratus</i> Fêmea	27,1±4,4	11,5±2,8	374,6±27,1	352,6±24,8	11,7±3,5
<i>R. magnirostris</i> Macho	31,1±7,3	14,4±6,9	258,5±42,3	249,2±41,8	3,6±2,3
<i>R. magnirostris</i> Fêmea	33,7±5,9	11,3±3,1	237,4±39,1	232,3±37,9	2,5±1,7
<i>C. plancus</i> Macho	30,1±6,1	21,9±4,4	219,2±44,4	216,7±39,8	5,2±3,5
<i>C. plancus</i> Fêmea	26,2±4,6	21,7±5,4	217,6±54,8	180,1±33,2	2,5±1,7

As análises morfométricas interespecíficas mostraram que quando as espécies foram comparadas entre si, diferiram quanto ao total de núcleos *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p < 0,001$). A maior média foi encontrada em *C. atratus* e a menor em *C. plancus* (Tabela 2).

Quanto às células mononucleadas também ocorreram diferenças entre as três espécies ($p < 0,001$). Entre *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p < 0,001$). A maior média foi encontrada em *C. atratus* e a menor em *C. plancus* (Tabela 2).

Com relação às células binucleadas, também diferiram entre as três espécies ($p < 0,001$). Entre *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris*

($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p = 0,001$). A maior média foi encontrada em *C. atratus* e a menor em *R. magnirostris*. Já em relação à área dos capilares, a maior média foi encontrada em *C. plancus* e a menor em *C. atratus*, quando comparadas, as três espécies também apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). As espécies *C. atratus* x *C. plancus* ($p = 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p < 0,001$).

Entre a área dos núcleos, ocorreram diferenças entre as três espécies ($p < 0,001$). Entre *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p = 0,001$). A maior média foi encontrada em *R. magnirostris* e a menor em *C. atratus* (tabela 2).

Tabela 2- Média da área e desvio padrão das análises morfométricas em μm^2 da área dos núcleos dos hepatócitos, da quantidade total de núcleos, células mononucleadas e binucleadas de *C. plancus*, *R. magnirostris* e *C. atratus* por área. Valor de significância $p < 0,05$.

Espécies	Área dos núcleos	Área dos capilares sinusóides	Núcleos totais	Células mononucleadas	Células binucleadas
<i>C. plancus</i>	28,9 ± 6,2	21,8 ± 4,7	218,7 ± 47,5	216,7 ± 39,8	5,2 ± 3,5
<i>R. magnirostris</i>	32,3 ± 6,9	13,1 ± 5,8	249,5 ± 42,1	241,9 ± 40,9	3,2 ± 2,2
<i>C. atratus</i>	27,1 ± 4,4	11,5 ± 2,8	374,6 ± 27,1	352,6 ± 27,1	11,7 ± 3,5

5.4 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS FIBRAS RETICULARES DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Quando corados com a técnica de Prata Reticulina, a maior média foi observada em *C. plancus* e a menor em *C. atratus* (Tabela 1). Os testes estatísticos mostraram que as três espécies não são semelhantes quando comparadas entre si ($p < 0,001$). Quando comparadas individualmente as espécies *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$) e *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) diferiram, contudo, *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p > 0,05$) mostraram-se semelhantes (Tabela 3).

Tabela 3- Média e desvio padrão do volume de Fibras reticulares em *C. atratus*, *C. plancus* e *R. magnirostris*. Valor de significância $p < 0,05$.

Espécies	Fibras reticulares
<i>C. atratus</i> (a)	18,5 ± 7,2
<i>C. plancus</i> (b)	25,9 ± 30,6
<i>R. magnirostris</i> (c)	23,1 ± 6,8

5.5 DESCRIÇÃO MORFOMÉTRICA DA ÁREA DAS ILHOTAS DE LANGHERANS NO PÂNCREAS DE *C. PLANCUS*, *R.MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Quanto à morfometria da área das ilhotas de Langherans no pâncreas, entre as três espécies a maior média foi encontrada em *C. plancus*, enquanto a menor foi encontrada em *C. atratus*. Segundo os testes estatísticos, estas espécies diferem entre si ($p < 0,001$). Quando comparadas entre si, as espécies *C. atratus* x *C. plancus* ($p < 0,001$); entre *C. atratus* e *R. magnirostris* ($p < 0,001$) e entre *R. magnirostris* e *C. plancus* ($p < 0,001$) (Tabela 4).

Tabela 4- Média e desvio padrão da área das ilhotas de Langherans em *C. atratus*, *C. plancus* e *R. magnirostris*. Valores em μm . Valor de significância $p < 0,05$.

Espécies	Ilhotas de Langherans
<i>C. atratus</i>	853,5 \pm 443,8
<i>C. plancus</i>	2547,9 \pm 1408,5
<i>R. magnirostris</i>	1713,7 \pm 1085,2

6 DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE HISTOLÓGICA DO FÍGADO E PÂNCREAS DE *C. PLANCUS R*, *MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Os fígados destas espécies apresentaram morfologia semelhante às já descritas para ordens de aves não rapinantes, como por exemplo Rheiformes por Rodrigues *et al.* (2012), Psittaciformes por Matsumoto *et al.* (2009) e Struthioniformes por Saviani (2012). Nestas análises assim como para as aves de rapina deste estudo foi evidenciada a ausência de lóbulos hepáticos definidos, comum em mamíferos. Estes autores também observaram a presença de trabéculas hepáticas radiais organizadas em fileiras compostas por duas células, cada célula possuindo um ou dois núcleos. A presença de veias centrolobulares distribuídas aleatoriamente pelo fígado também foi uma característica comum entre as aves, além de espaços porta compostos por ramos da veia porta, ramos da artéria hepática e ramos do ducto biliar.

O glicogênio é a principal forma de armazenamento de carboidratos no organismo dos animais e este processo ocorre em sua maior parte no fígado. Contudo, durante a técnica histoquímica PAS, observou-se uma baixa intensidade de coloração em *R. magnirostris* e em *C. plancus*.

Esta característica foi mencionada nos estudos de Saviani *et al.* (2012) que observaram que as aves possuem um baixo teor de glicogênio no fígado, o que geralmente pode estar associado a diversos fatores como o tempo de jejum, estresse, condições fisiológicas do indivíduo e a própria genética da espécie. As aves de rapina se alimentam basicamente de animais, vertebrados e invertebrados, sendo baixo o consumo de alimentos ricos em carboidratos. Sobre isso, Turner *et al.* (1999) através de estudos em Galliformes, observaram que as dietas com maiores quantidades de carboidratos elevavam o glicogênio hepático, enquanto dietas pobres em carboidratos, como é o caso da alimentação das aves de rapina, essencialmente ricas em proteínas. Nesse caso a necessidade de glicose pelo organismo é suprida pelo processo de gliconeogênese. Ferrer (1987) e Mighorini (1973) demonstraram em seus estudos que as aves de rapina possuem um alto processo gliconeogênico, importante para estas devido ao seu hábito alimentar

pobre em carboidratos. Explicando o fato das aves deste estudo também apresentarem baixas reservas de glicogênio nos hepatócitos.

O pâncreas das três espécies apresentam semelhanças morfológicas com o de ordens de aves não rapinantes como as ordens Rheiformes, Psittaciformes e Galliformes (MATSUMOTO *et al.*, 2009; KADHIM, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2012), sendo composto por ácinos serosos divididos por septos no pâncreas exócrino e ilhotas de Langherans distribuídas aleatoriamente pelo órgão no pâncreas endócrino. Estruturas como ductos excretorios, vasos sanguíneos e vasos linfáticos também foram visualizados distribuídos pelo órgão.

Durante as análises, alguns espécimes de carcará e gavião-carijó, apresentaram infiltrados inflamatórios tanto no fígado quanto no pâncreas, além da presença de inflamações crônicas granulomatosas em espécimes de carcará. As aves de vida livre e cativeiro estão sujeitas a enfermidades decorrentes de agentes infecciosos. Estudos de Cepeda (2016) e Freitas (2008) também mostraram a presença de infiltrados inflamatórios mononucleares no fígado de *Gallusgallus* infectados por *Borelliaarseniae* e *Eimeriacervulina*, respectivamente. Santos *et al.* (2015) detectaram espécimes de Accipitriformes e Falconiformes de cativeiro infectados por *Eimeriasp.* e *Capillaria sp.* Estes achados sugerem a possível enfermidade de alguns espécimes deste estudo. Dos espécimes analisados de *C. atratus*(urubu), apenas um espécime apresentou infiltrado inflamatório no fígado, esta espécie foi coletada em vida livre no aterro sanitário de Vitória de Santo Antão, ambiente propício a infecções por micro-organismos, apesar disso, foi a espécie que menos apresentou inflamações tanto no fígado quanto no pâncreas, sugerindo uma alta adaptabilidade do organismo a alimentos contaminados.

Estudos de Carvalho *et al.*, (2003) mostraram que em *C. atratus* ocorre um antagonismo entre bactérias predominantes da flora intestinal, como enterobactérias e bactérias gram-positivas inibindo a ação de micro-organismos patogênicos. Lima *et al.* (2011) mostraram que ocorreu heteroantagonismo entre estirpes da bactéria *Enterobacteragglomerans* isoladas de *C. atratus* contra a bactéria *Pseudomonasaeruginosa*, nesse estudo os autores evidenciaram a formação de halos de inibição em 60,2% das amostras.

O presente estudo não evidenciou diferenças significativas nas análises histológicas entre os órgãos das três espécies utilizadas, assim supõe-se que a sua alta adaptabilidade a agente infecciosos presentes em sua alimentação se dá através de uma resistência adquirida através da presença de uma microbiota variada capaz de inibir a ação patológica de micro-organismos.

A alta presença de inflamações nos órgãos anexos dos espécimes de carcará e gavião-carijó obtidos em cativeiro sugere que animais saudáveis tenham entrado em contato com animais infectados durante o período de cativeiro, ocorrendo uma contaminação do ambiente em que estavam alojados. Segundo Daszak (2000) o manejo de animais possivelmente infectados e a reintrodução destes na natureza pode ser considerado uma grave problemática em programas de conservação. Isto se refere à exposição humana a estes agentes patogênicos e das populações animais nunca antes expostas. Por fim Santos *et al.* (2015) ainda afirmam sobre a necessidade de medidas de biossegurança para o manejo destas espécies em centros de triagem e conservação de animais silvestres.

Segundo Davydova (2017), o uso da histomorfometria para análises quantitativas é mais objetivo que análises qualitativas, mesmo assim este tipo de análise quantitativa é pouco usada entre estudos científicos.

Considerando que todos os indivíduos de *C. atratus* estudados são fêmeas, o fato de ter havido variação intraespecífica na concentração de células binucleadas sugere que os animais provavelmente estavam sujeitos a diferentes condições ambientais. Segundo Veiga (1982) células binucleadas geralmente estão relacionadas ao processo de regeneração hepática o que no caso de *C. atratus*, deve-se à sua dieta essencialmente baseada em alimentos em putrefação.

A variação histológica entre os hepatócitos de machos e fêmeas de *C. plancus* sugere que, de fato, isso seja um padrão de variação encontrado na natureza. O mesmo também já foi verificado em outras espécies da mesma ordem (MADEIRA *et al.* 2006; FRANZO *et al.* 2010). Contudo, é importante que estudos futuros realizem análises mais aprofundadas sobre o nível de variação histológica.

Assim como observado em *C. plancus*, as variações entre machos e fêmeas de *R. magnirostris* encontradas em nossas análises podem representar um padrão observado na natureza. O mesmo não se pode dizer sobre as diferenças relacionadas à área dos núcleos. Em princípio, quando observamos um maior volume do núcleo dos hepatócitos em alguns indivíduos, podemos inferir que tal característica é decorrente da atividade de transcrição de ácidos nucléicos (SILVA & VEIGA, 2013). Nesse sentido, é possível que tal variação tenha sido fruto do acaso, o que pode ser verificado em estudos posteriores com um maior universo amostral.

Diante dos nossos resultados acerca da comparação entre o fígado dessas três diferentes ordens de aves de rapina é natural analisarmos tais variações à luz da evolução. Basicamente a literatura considera que as aves pertencentes à ordem Accipitriformes como é o caso do *R. magnirostris* e Cathartiformes aqui representada pelo *C. atratus* são filogeneticamente mais próximos entre si do que os são com as aves da ordem Falconiformes, aqui representado por *C. plancus* (HACKETT, 2008). Nesse sentido, esperou-se que *R. magnirostris* e *C. atratus* compartilhassem mais semelhanças histológicas entre si do que compartilham com *C. plancus*.

No que diz respeito à quantidade de células mononucleadas, *C. atratus* e *C. plancus*, que são distantes do ponto de vista filogenético, foram também as mais distintas do ponto de vista histológico. Assim podemos concluir que houve uma convergência entre os nossos achados e a literatura.

Como afirmado anteriormente, uma maior ocorrência de células binucleadas pode estar relacionado à processos de regeneração hepática (VEIGA, 1982; DAVYDOVA, 2017). Nesse sentido é de se esperar que espécies expostas à condições ambientais e dieta que contribuam para contaminações e lesões no fígado apresentem um maior índice de células binucleadas por área tecidual. Seguindo essa tendência a espécie *C. atratus* considerada uma ave necrófaga foi das três a que apresentou a maior quantidade de células binucleadas. De outro modo a espécie *R. magnirostris* que tem boa parte da dieta baseada em animais vivos, apresentou os menores índices de células binucleadas por área tecidual, o que é compreensível diante de um menor risco de infecções.

Segundo a literatura, os capilares sinusóides do fígado, tanto em aves quanto em mamíferos desempenham o papel de controlar as trocas bidirecionais entre as células do fígado e o sangue e, desse modo, a área de capilares hepáticos para uma espécie provavelmente está relacionado a uma maior ou menor demanda de transporte (COLLARDEAU-FRACHON & SCOAZEC, 2008). Entretanto os indivíduos da espécie *C. atratus* que apresentaram a maior quantidade de células por área tecidual foram os que tiveram os menores índices de área de sinusóides, ao passo que *C. plancus* que apresentou as menores quantidades de células por área tecidual tiveram menos área de sinusóides que as demais espécies. É importante ressaltar que o corpo de conhecimento acerca do fígado e de outras glândulas anexas de aves de rapina ainda é insipiente e estudos futuros podem contribuir para elucidar as razões de haver tais diferenças na área de sinusóides.

O fato de que nenhuma espécie se assemelhou quanto a área dos núcleos e uma maior média da área de núcleos observada em *R. magnirostris*, pode estar relacionado à diferentes taxas de atividade metabólica destas aves. Segundo Popescu (2012) e Davydova (2017), a taxa metabólica celular e as respostas à processos de reparação dos tecidos podem ser estimadas através da análise da relação entre o tamanho do núcleo e do citoplasma. A esse respeito, Popescu *et al.* (2012) observou que após um procedimento de hepatectomia em ratos ocorreu o aumento dos núcleos hepáticos. Esse processo pode ser explicado pelo fato dos hepatócitos possuírem formato e tamanho relativos à atividade metabólica (RAŠKOVIĆ *et al.* 2011).

6.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS FIBRAS RETICULARES DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Um menor volume de fibras reticulares observado para *C. atratus* e uma maior média dessas fibras para *C. plancus* caracteriza diferentes demandas de proteção do arcabouço hepático para as diferentes espécies. Segundo Junqueira & Carneiro (2013), as fibras reticulares são formadas por colágeno tipo III, associadas à glicoproteínas e proteoglicanos. Elas formam um arcabouço que dá suporte e protege as células em órgãos que normalmente sofrem modificações. No fígado é comum encontrar a presença de fibras reticulares principalmente formando redes nas paredes dos vasos sanguíneos como descrito por Ribeiro *et al.* (1997) em Galliformes.

6.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA ÁREA DAS ILHOTAS DE LANGHERANS NO PÂNCREAS DE *C. PLANCUS*, *R. MAGNIROSTRIS* E *C. ATRATUS*

Palmieri (2014) afirma que as aves de rapina possuem diferentes conformações de ilhotas, sendo estas adaptações diretamente envolvidas ao hábito alimentar, principalmente em aves granívoras e carnívoras. Entre as aves carnívoras, que é o caso das aves de rapina, alguns estudos tem observado a ocorrência de mais células β produtoras de insulina quando comparadas. Em contrapartida, espécies granívoras tendem a possuir mais células α , produtoras de glucagon (STEVENS, 2004). Nossos dados sobre a morfometria da área das ilhotas de Langherans, demonstraram que entre as três espécies comparadas nenhuma foi igual entre si, o que sinaliza diferenças quanto à produção e liberação de hormônios pancreáticos destas espécies. O fato de haver maior média da área das ilhotas em *C. plancus* e menor média em *C. atratus*, possivelmente se deve a uma maior quantidade de células α , β e δ na primeira.

7 CONCLUSÃO

Concluimos que apesar das espécies *C. plancus*, *R. magnirostris* e *C. atratus* apresentarem a morfologia do fígado e do pâncreas semelhantes, o mesmo não acontece com a histomorfometria, o que pode estar relacionado à demandas metabólicas diferentes entre os indivíduos, condições ambientais diferentes também podem estar relacionadas à estas diferenças.

A baixa concentração de glicogênio nestas aves sugere uma grande capacidade neoglicogênia, que seja capaz de suprir a demanda energética proveniente do voo.

A conformação das ilhotas pancreáticas indica diferenças entre a produção e a utilização de hormônios, principalmente a insulina e o glucagon.

O fato de terem ocorrido mais diferenças histomorfométricas entre as espécies *C. atratus* e *C. plancus* pode ser uma consequência de pertencerem a grupos taxonômicos filogeneticamente distantes um do outro.

A alta presença de infiltrados inflamatórios e a ocorrência de inflamações crônicas no fígado e pâncreas mostra a necessidade de medidas adequadas de controle epidemiológico para a devida manutenção desses animais em cativeiro e soltura.

REFERÊNCIAS

- ANTAS, P. T. Z. (2005) Aves do Pantanal. RPPN: Sesc.
- BANG B. G. (1964) The Nasal Organs of the Black and Turkey Vultures; A Comparative Study of the Cathartid Species *Coragyps atratus* and *Cathartes aura septentrionalis* (with Notes on *Cathartes aura* Falklandica, *Pseudogyps bengalensis*, and *Neophron percnopterus*. **Journal of morphology**. V.115. p. 153-184.
- BANKS, W. J. (1992) Histologia veterinária aplicada. 2ª ed. Manole, São Paulo. p.629.
- BENEZ, E. M. (2001) Aves – Criação – Clínica – Teoria – Prática Robe Editorial – 3.a Edição.
- BENEZ, S. M. (2004) Aves. 4.ed. São Paulo: Tecmed, 600 p.
- BINI, E. (2009) **Aves do Brasil**: Guia prático. 1. ed. Homem-pássaro publicações. Ipanema, Santa Catarina.
- BOARO, M. (2009) Morfofisiologia do trato intestinal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais Facta**: Campinas. p. 262-274.
- CABRERA, O.; BERMAN, D. M.; KENYON, N. S.; RICORDI, C.; BERGGREN, P. O.; CAICEDO, A. (2006) The unique cytoarchitecture of human pancreatic islets has implications for islet cell function. *Proc Natl Acad Sci U S A*, v. 103, n. 7, p. 2334.
- CARVALHO, C. E. A. e MARINI, M. A. (2007) Distribution patterns of diurnal raptors in open and forested habitats in south-eastern Brazil and the effects of urbanization. **Bird Conservation International**, vol.17, p.367–380.
- CARVALHO, CEA, FIGUEIREDO, L, FIGUEIRA, JEC, FERNANDES, GF, GRECCO, RV, SOUZA, AHNS. (2016) A Comunidade de aves do Aeroporto Carlos Drummond Andrade/MG e suas Implicações para a Segurança Aeroportuária. **Revista Conexão Sipaer**, Vol. 7, No. 1, pp. 82-88.
- CBRO - Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. (2015) **Revista Brasileira de Ornitologia**, Rio de Janeiro, v.23, n. 1, p.91-298.
- CEPEDA, M. B., CEPEDA P. B., BAÊTA B. A., GAUDÊNCIO F. N., CORDEIRO M. D., MAGALHÃES-MATOS P. C., BRITO M. F., FONSECA A. H. (1891) Alterações bioquímicas, anatômicas e histopatológicas em fígado de *Gallus gallus* Linnaeus, 1758 experimentalmente infectados por *Borrelia anserina* Sakharoff. **Pesquisa veterinária Brasileira**. Vol. 36, n. 8, 687-693 p.

- COLLARDEAU-FRACHON, S. S. (2008). Vascular Development and Differentiation During Human Liver Organogenesis. **The anatomical record**. 291:614–627.
- CORMACK, DH. (2003) Fundamentos de Histologia. 2ª edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 380 p.
- DASZAK P., CUNNINGHAM A. A. e HYATT A. D. (2000) Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. **Science**, vol. 87, p. 443-449.
- DAVYDOVA Y. A., NESTERKOVA D. V., MUKHACHEVA S. V., CHIBIRYAK M. V., SINEVA N. V. (2017) Distinctive features of hepatocytes in five small mammal species (insectivores and rodents): taxonomic versus ecological specificity. **Zoomorphology**.
- DELATTRE E. (2004) Ritmos hormonais do pâncreas endócrino: dos fundamentos cronobiológicos às implicações clínicas. **Medicina**, Ribeirão Preto, 37: 51-64.
- DENBOW, D. M. (2014) Gastrointestinal anatomy and physiology. In: SCANES, C.G. (edit) **Sturkie's avian physiology**. New York. 337-366 p.
- DICKINSON V. M. (1995) Red imported fire ant predation on Crested Caracara nestlings in South Texas. **Wilson Bulletin**. vol. 107, n. 4, p. 761–762.
- DOVE, C. J. & BANKS, R. C. (1999) A taxonomic study of crested caracaras (Falconidae). **Wilson Bulletin**, vol. 111, p. 330-339.
- DUPONT, J., RIDEAU, N., SIMON, J. (2014) Endocrine Pancreas. 2014. In: SCANES, CG. (edit) **Sturkie's avian physiology**. New York. 337-366 p.
- DYCE, K. M.; SACK, O. W.; WENSING, C. J. G. (1997) Tratado de anatomia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 663.
- FALKMER, S. (1995) Origin of the parenchymal cells of the endocrine pancreas: Some phylogenetic and ontogenetic aspects. **Front Gastrointest Res**. v.23, p.2.
- FAUSTO, N., CAMPBELL, JS. & RIEHLE, K. J. (2006) Liver regeneration. **Hepatology** (Baltimore, Md.), vol. 43, n. S1. p. S45-S53.
- FERGUSON-LESS, J., CHRISTIES, DA. (2001) **Raptors of the world**. New York: **Houghton Mifflin Company**, 992 p.
- FERRER, M., GARCIA-RODRIGUEZ, T., CARRILLO, JC. e CASTROVIEJO, J. (1987) Hematocrit and blood chemistry values in captive raptors (*Gyps fulvus*, *Buteo buteo*, *Milvus migrans*, *Aquila heliaca*). **Comparative Biochemistry and Physiology**. Vol. 87, n. 4, p. 1123-1127.

FIRMINO, MO. SIQUEIRA, RAS. LUNA, ACL. CAVALCANTE, TA. GUERRA, RR. (2013) Caracterização biométrica externa, avaliação corpórea e caracterização histológica do trato gastrointestinal de gaviões-carijó (*Rupornismagnirostris*) apreendidos pelo CETAS/IBAMA na Paraíba. **Biotemas**, 27 (1): 101-108.

FRAGA K. B. (2013) Descrição morfométrica, análise parasitológica e histológica do intestino do Carcará (*Caracara plancus*, MILLER, 1777). Dissertação, **Universidade Federal de Pernambuco**.

FRANZO, V. S., ARTONI, S. M. B., VULCANI, V. A. S., SAGULA, A. & MORAES, C. (2007) Estudo comparativo morfométrico do papo do carcará (*Polyborus plancus*). **Biotemas**, v. 20, p. 83-8.

FRANZO, V. S., ARTONI, S. M. B., VULCANI, V. A. S., SAGULA, A. & MORAES, C. (2010) Análise biométrica do intestino do carcará (*Polyborus plancus*, Miller, 1777). **NucleusAnimalium**, v.2, n.1.

FREITAS, M. F. L., OLIVEIRA, J. B., CAVALCANTI, M. D. B., LEITE, A. D., MAGALHÃES, V. S., OLIVEIRA, R. A., SOBRINHO, A. E. (2008) Parasitos gastrointestinais de aves silvestres em cativeiro em el estado de Pernambuco, Brasil. **ParasitologiaLatinoamericana**, vol. 57, p. 50-54.

FUCHS, J.; JOHNSON, J. A. & MINDELL, D. P. (2015) Rapid diversification of falcons (Aves: Falconidae) due to expansion of open habitats in the Late Miocene. **Molecular Phylogenetics and Evolution** 82: 166-182.

FURUKOA, H. ITO, H. HAMADA, M. SUWA, T. SATOH, H. ITAKURA, C. (1989) Immunocytochemical components endocrine cells in pancreatic islets os horses. **Journal os veterinary sciences**. 51-1. P. 35-43.

GILL, F & D DONSKER (2018). **IOC World Bird List** (v8.1).
<http://www.worldbirdnames.org/>

GODOY, M. F. El sistemadigestivo en diferentesespecies de aves. 2013. Disponível em: <<http://www.aiza.org.ar/doc/Sist%20dig%20diferentes%20especies%20aves.pdf>>. Acessoem: 02 jan 2018.

GOVENDIR, M.; CANFIELD, P. J; CHURCH, D. B. (1999) Mophometric Study of the β - cell Volume of the Canine Pancreas with Consideration of the Axis of Tissue Transection. **Anat. Histol. Embryol**, v.28, p. 351-354.

GRANZINOLLI, M. A. M. (2003) Ecologia Alimentar do gavião-do-rabo-branco *Buteoauricaudatus* (Falconiformes:Accipitridae) no município de Juiz de Fora, sudeste do estado de Minas Gerais. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; Universidade de São Paulo. 136 p.

GRIFFITHS C. S., BARROWCLOUGH G. F., GROTH J. G., MERTZ L. A. Phylogeny (2007) diversity, andclassificationoftheAccipitridaebasedon DNA sequencesofthe RAG-1 exon. **JournalAvianBiology**. 38: 587, p.602.

- HACKETT SJ. *et al.* (2008) A Phylogenomic Study of Birds Reveals Their Evolutionary History. **Science** 320, 1763.
- JUNQUERIA LC, CARNEIRO J. (2013) **Histologia Básica**, 12ª edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 556 p.
- JUNQUEIRA LC, JUNQUEIRA, LMMS. (1983) **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Livraria e editora Santos.
- KADHIM, KK. *et al.* (2010) Morphological study of pancreatic duct in red jungle fowl. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.42, p.7209-7215.
- KING AS., MCLELLAND J. (1984) Cardiovascular system. In: **Birds: their structure and function**. 2 edition London: Bailliere Tindall. p.214 - 28.
- LIMA LA, LIMA CDLC, CARVALHO LR, MARGUTTI-PINTO MEB. (2011) Heteroantagonismo entre estirpes de Enterobacter agglomerans isoladas de urubu (*Coragyps atratus*) como produtoras e *Pseudomonas aeruginosa* como reveladoras. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.595-599.
- MADSEN O. D. (2007) Pancreas phylogeny and ontogeny in relation to a 'pancreatic stem cell'. *C. R. Biologies* 330.
- MADEIRA *et al.* (2006) Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.6, p. 2322-2332.
- MANGINI, P. R.; NICOLA, P. A. Captura e marcação de animais silvestres. In: CULLEN J. R., VALLADARES-PÁDUA, C. (2003) **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação & Manejo de Vida Silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. cap. 4, p. 91 - 124
- MARQUES, JAS. (2017) PESQUISA DE RODENTICIDAS EM CORUJAS-DAS-TORRES (*Tyto alba*) Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Faculdade de Medicina Veterinária. LISBOA
- MÁRQUEZ, C., GAST, F., VANEGAS, V. & M. BECHARD. (2005) **Aves Rapaces Diurnas de Colombia**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 394 p.
- MATSUMOTO, F. S. *et al.* (2009) Topografia e morfologia das vísceras do Periquito-Australiano (*Melopsittacus undulatus*, SHAW 1805). **Ciência Animal Brasileira**, vol. 10, n. 4, p. 1263-1270.
- MCSHEA W. J. (2000) The influence of acorn crop on annual variation in rodent and bird populations. 2000. **Ecology**, 81(1), p. 228–238.
- MCLELLAND J. Digestive system. In: KING A. S.; MCLELLAND J. (eds). **Form and function in birds**. v. 1. London: Academic Press, 1979. 69 – 181 p.

MENDES C. L. S., BELGA S., GARCIA A. B, KLEM A. F. C. (2015) Levantamento das aves de rapina (accipitriformes, cathartiformes, Falconiformes, strigiformes) no município de manhuaçu, Minas Gerais. I Seminário Científico da FACIG.

MENQ, W. (2014). Urubus do Brasil - **Aves de Rapina Brasil**.

MIGHORINI R. H., LINDER C., MOURA J. L. e VEIGA J. A. S. (1973) Gluconeogenesis in a carnivorous Bird (black vulture). **American Journal of Physiology**, vol. 225, p. 1389-1392.

MONTALVO C. I., TALLADEA, P. O., FERNÁNDEZ F. J., MOREIRA G. J., RAFUSEE D. J., De SANTIS L. J. M. (2011) Bone damage patterns found in the avian prey remains of crested caracara *Caracara plancus* (Aves, Falconiformes). **Journal of Archaeological Science**, Elsevier, vol. 38, p. 3541-3548.

ORTEGA-ÁLVAREZA R., MACGREGOR-FORSB I. (2008) Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition, *Landscape and Urban Planning*, vol. 90, p. 189–195.

PALMEIRA, FBL. Allopreening behavior between Black Vulture (*Coragyps atratus*) and Southern Caracara (*Caracara plancus*) in the Brazilian Pantanal (2008). **Revista Brasileira de Ornitologia**. 16(2):172-174.

PALMIERI A. C., SHIVAPRASAD H. L. (2014) An immunohistochemical study of the endocrine pancreas in raptors. *Research in Veterinary Science*. 97 (2014) P. 587–591.

PANASCI, T.; WHITACRE, D. (2000) Diet and Foraging Behavior of Nesting Roadside Hawks in Peten, Guatemala. *Wilson Bull*, vol. 112, n. 4, p. 555-558.

PEREIRA, F. L. S. (2010) Incidência de roenticidas em aves de rapina: estudo de prevalência e possíveis efeitos secundários. Universidade Técnica de Lisboa. Dissertação.

PIRLOT, P. (2008) Morfologia evolutiva de lós cordados. Barcelona: Omega, 1976. p.481-484. POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; JANIS, C. M. **A vida dos vertebrados**. 4ª ed. São Paulo: Atheneu.

POPESCU, R., FILIMON MN, DUMITRESCU G, PETCULESCU CIOCHINA L, DUMITRASCU V, VLAD D, VERDES D (2012) Histological and morphometrical studies in liver regeneration in mice. **Animal Sci Biotechnol** 45(2):203–207 <http://www.spasb.ro/index.php/spasb/article/view/372>.

POUTON, C. W.; HAYNES, J. M. (2005) Pharmaceutical application of embryonic stem cells. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v.57, p.1918-1934.

RADFORD, A.N. & M.A. DU PLESSIS (2006) Behavioural Ecology Sociobiology 61: 221-230

RAŠKOVIĆ B.S., STANKOVIĆ M.B., MARKOVIĆ Z.Z. & POLEKSIĆ V.D. (2011) Histological methods in the assessment of different feed effects on liver and intestine of fish. **J. Agricult. Sci.** 56(1):87-100.

RIBEIRO M. G, TELES M. E. O, MARUCH S. M. G. (1997) Histologia e histoquímica do magno, um dos segmentos do oviduto de *Numidameleagris* (linné) (numididae, galliformes). **Revista brasileira de zoologia.** 14 (1): 213 -219.

RICKLEFS, R. E.; MILLER, G. L. (2000) Ecology. W. H. Freeman and Company, New York: USA.

RODRIGUES *et al.* (2012) Morfologia e topografia do fígado e pâncreas de emas *Rhea americana*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.3, p.474-479.

SANTOS, A.L.Q. et al. (2011) Estudo radiográfico contrastado do tempo de trânsito gastrintestinal em *Caracara plancus*. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 13, Ed. 160, Art. 1084.

SANTOS W. M, ROSADO F. R (2009) Dados preliminares da biologia do gavião-carijó (*Rupornismagnirostris*, Gmelin, 1788) na região Noroeste do Paraná. **Revista de Agronegócio e Meio Ambiente**, vol. 2, n. 3, p. 421–430.

SANTOS, P, M. S.; SILVA, S. G. N.; FONSECA, C. F.; OLIVEIRA, J. B. (2015) Parasitos de aves e mamíferos silvestres em cativeiro no estado de Pernambuco. **Pesquisa veterinária Brasileira**, vol. 35, n. 9, p. 788-794.

SAVIANI, G. et al. (2012) Histologia do fígado de avestruz (*Struthiocamelus*, Linnaeus 1758). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, vol. 49, n. 2, 122-129 p.

SICK H. (2001) **Onitologia Brasileira**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 862 p..

SIGRIST, T. (2006) **Aves do Brasil: Uma visão artística**. Avisbrasilis Vinhedo. 416 p.

SILVA C, CARMO R. S. (2015) Comportamento Allopeening entre urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e caracará (*Caracara plancus*) no nordeste brasileiro. **Atualidades Ornitológicas**. Vol. 184.

SILVA T. A. R, VEIGA M. L. Alterações histológicas na morfologia microscópica do hepatócito de ratos wistar como resultado de uma dieta rica em óleos de coco extra virgem e de soja. Laboratório de Morfofisiologia Experimental – Departamento de Morfologia – Centro de Ciências da Saúde. Salão UFRGS 2013: SIC - XXV Salão de iniciação científica da UFRGS.

STEVENS, L. (2004) Avian hormones and the control of metabolism. In: Stevens, L. (Ed.), **Avian Biochemistry and Molecular Biology**. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 100–113.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (1996) **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ª ed. Rio de Janeiro, RJ, Editora: Guanabara Koogan, Cap.29, p.451-457.

TAVARES, et al. (2014) Biometria corporal e avaliação macroscópica de órgãos de carcarás (*Caracara plancus*, Miller, 1777) de vida livre, capturados na região metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, vol. 8, n.2, 251 – 262 p.

TEIXEIRA C. P. (2017) Ecologia de raptos diurnos em zona peri- urbana de Uberlândia-MG. [monografia Ciências Biológicas]. Uberlândia, MG. Universidade federal de uberlandia.

TRAVAINI, A., DONÁZAR, J A., CEBALLOS, O., HIRALDO, F. (2001) Food habits of the Crested Caracara (*Caracara plancus*) in the Andean Patagonia: the role of breeding constraints. **Journal of Arid Environments**, vol. 48, p. 211–219.

TURNER, K., APPLGATE, T. J., LILBURN, M. S. (1999) Effects os feeding high carbohydrate and fat fiets. 1. Growth and metabólica status of the posthatchpoult following immediate or delayed access tu feed. **Poultry Science**, vol. 78, 1573-1580 p.

VARGAS, R. J. et al. (2007) diet of the southern caracara (*Caracara plancus*) in mar Chiquita reserve, southern Argentina. **Journal ou Raptor Research**, vol. 2, n. 41, 113-121 p.

VASCONCELOS MF, PACHECO JF, PARRINI R. (2007) Levantamento e conservação da avifauna na zona urbana de Maravá, Pará, Brasil. **Cotinga**, vol. 28, 45-52 p.

VEIGA, J. A. S. et al. (1982) Effectsoffastingandadrenalectomyonthekinetsof glucose metabolism in gramnivorousandcarnivorusbird. **Brazilian J. Med. Biol. Res.**, v.15, p.175-180.

WENCKE, M. W. & KIRBERGER, R. M. (2003) Radiographic gastrointestinal contraststudy in theostrich (*Struthiocamelus*). **VeterinaryRadiology&Ultrasound**, v. 44, n. 5, p. 546-552.

ZAMITH, A. P. L. Contribuição para o conhecimento da estrutura mucosa do esôfago dos vertebrabrados. **Revista da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós**, v. 9, n.179, p. 359-434, 1952.

ZORN, A.M. (2008) Liverdevelopment: stemBook. Cambridge: **The StemCellResearchCommunity**.