

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCC  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**RAYANNE DO NASCIMENTO FERREIRA**

HISTOLOGIA E ULTRAESTRUTURA DOS RINS DO GAMBÁ *Didelphis marsupialis*  
(Linnaeus, 1758)

CHAPADINHA – MA

2022

**RAYANNE DO NASCIMENTO FERREIRA**

**HISTOLOGIA E ULTRAESTRUTURA DOS RINS DO GAMBÁ *Didelphis marsupialis*  
(Linnaeus, 1758)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como um dos requisitos para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Cardoso Carvalho

CHAPADINHA – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

FERREIRA, Rayanne do Nascimento.

Histologia e ultraestrutura dos rins do gambá *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758 / Rayanne do Nascimento

FERREIRA. - 2022.

33 p.

Orientador(a): Rafael Cardoso Carvalho.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - Maranhão,  
2022.

1. Marsupial. 2. Microscopia. 3. Morfologia. 4.  
Mucura. I. Carvalho, Rafael Cardoso. II. Título.

**RAYANNE DO NASCIMENTO FERREIRA**

**HISTOLOGIA E ULTRAESTRUTURA DOS RINS DO GAMBÁ *Didelphis marsupialis*  
(Linnaeus, 1758)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como um dos requisitos para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira (1º Examinador)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Profa. Dra. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento (2ª Examinadora)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. Rafael Cardoso Carvalho (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

CHAPADINHA (MA)  
2022

A Deus sobre todas as coisas;  
Aos meus pais, familiares, namorado e amigos, por todo apoio, e compreensão;  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo, por ser minha maior fortaleza, e pela realização de sonhos;

Ao meu orientador, Prof. Rafael Cardoso Carvalho, pelas oportunidades, ensinamentos, confiança, amizade e por toda contribuição na minha formação pessoal e profissional;

A minha amiga, Bruna Tássia Pantoja por toda ajuda e ensinamentos;

Aos meus pais: Antônia Vieira do Nascimento e Raimundo Nonato Lopes Ferreira, por todo apoio, compreensão, motivação e amor. Sem vocês eu nada seria;

Ao meu irmão, Raildo do Nascimento Ferreira que sempre me ajudou;

Ao meu namorado, Joab Santos Fontinele, por todas as vezes que disse que sou capaz de realizar todos os meus sonhos/objetivos, por todo apoio, amor e motivação;

Aos meus tios Romária Vieira e Alessandro Sousa por todo incentivo;

Ao meu primo Guilherme Souza por todas as vezes que me auxiliou com transporte a universidade;

A minha madrinha Lucélia Silva por todas palavras de incentivo e por todas as vezes que disse pra acreditar no meu potencial;

Aos meus amigos que já são parte de minha família, Alda Lima Santos, Joalldo Santos Fontinele e em especial a João Vieira Fontinele (que ficará sempre presente em

nossas lembranças), por todo apoio, incentivo e diversas colaborações em minha graduação;

Aos meus queridos amigos que conheci na graduação, Beatriz Costa, Luiza Thereza Abtibol Soeiro e Mateus César Araújo Pestana, por toda amizade, companheirismo e dedicação;

Aos que são ou já foram integrantes do Laboratório de Anatomia e contribuíram de alguma forma: Armando Reinaldo, Barbara Carvalho, Bruna Pantoja, Ildilene Moraes, Joab Fontinele, Lara Fernandes, Luiza Abtibol, Mayra Borges e Silas Souza;

Ao PIBIC e a FAPEMA, pelas oportunidades em Iniciação Científica e concessão bolsas que contribuíram com a realização dessa pesquisa;

Aos colegas de graduação, por todos os momentos compartilhados juntos;

A todos os funcionários da UFMA, pela disponibilidade em ajudar;

Ao secretário da coordenação do curso, José Maria Verde Filho por todas as soluções prestadas;

A todos os professores do Curso de Ciências Biológicas, por todo empenho e pelos conhecimentos compartilhados.

*A todos o meu muito obrigada!*

*“A grandeza de uma nação pode ser julgada  
pelo modo que seus animais são tratados”*

(Mahatma Gandhi).

## RESUMO

O *Didelphis marsupialis*, conhecido popularmente como gambá ou mucura, é um marsupial que possui importantes papéis ecológicos no meio ambiente. É dispersor de sementes e realiza a regulação biológica de outras populações, contribuindo então com a manutenção da fauna e flora de uma região. Investigações acerca de sua morfologia são de suma importância para agregar informações que caracterizam esta espécie, contribuindo então com maior disponibilidade de dados que possam contribuir com a própria biologia da espécie. Nessa perspectiva, objetivou-se descrever histologicamente e ultraestruturalmente os rins do *D. marsupialis*. Para tanto, foram utilizados cinco gambás machos, adultos, capturados em armadilhas do tipo Tomahawk nas proximidades do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão. Após captura, os animais foram transportados para o Laboratório de Anatomia Animal e Comparada, para a realização dos procedimentos e análises necessárias à obtenção dos resultados. Ressalta-se que todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFMA e ICMBio. Em seguida, os animais tiveram seus parâmetros biométricos aferidos e então, procedeu-se com a eutanásia. Os espécimes foram fixados em formaldeído a 10%, e após 48 horas realizou-se a dissecação dos espécimes, e fragmentos de 2 cm<sup>2</sup> dos rins foram coletados para as análises histológicas e ultraestruturais. Para as análises histológicas, os fragmentos dos rins foram desidratados em séries crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol, incluídos em parafina, seccionados na espessura de 5 µm e corados em HE. Para as análises ultraestruturais, as amostras foram seccionadas e lavadas em ultrassom por um período de 15 minutos e acondicionadas em álcool 70% overnight, com posterior desidratação em séries crescentes de álcool, secagem em ponto crítico e metalizados com ouro para análise no microscópio eletrônico de varredura. Os resultados demonstraram que os rins do gambá *D. marsupialis* são órgãos parenquimatosos com duas regiões: uma cortical e medular. A zona cortical apresenta corpúsculos renais, formados por glomérulos e, a zona medular caracteriza-se principalmente pela presença dos túbulos coletores. Portanto, conclui-se que, os rins do *D. marsupialis* apresentam semelhança morfológica com outros mamíferos domésticos e silvestres descritos na literatura.

**Palavras Chaves:** Marsupial; Microscopia; Morfologia; Mucura.

## ABSTRACT

*Didelphis marsupialis*, popularly known as possum or mucura, is a marsupial with essential ecological roles in the environment. It is a seed disperser and performs the biological regulation of other populations, contributing to the maintenance of the fauna and flora of a region. Investigations about its morphology are essential to aggregate information that characterize this species, thus contributing to greater availability of data that can contribute to the species' biology. This study aimed to describe histologically and ultrastructurally the kidneys of *D. marsupialis*. For this purpose, five adult males were captured in Tomahawk traps near the Chapadinha Science Center of the Federal University of Maranhão. After capture, the animals were transported to the Laboratory of Animal and Comparative Anatomy to carry out the procedures and necessary analyzes to obtain the results. All experimental procedures were approved by the Ethics Committee on the Use of Animals – CEUA/UFMA and ICMBio. Thus, the animals had their biometric parameters measured, and eutanásia procedures were performed. The material was fixed in formaldehyde (10%), and after 48 hours, the specimens were dissected, and kidney fragments were collected for histological and ultrastructural analysis. For histological analysis, the kidney fragments were dehydrated in increasing series of ethyl alcohol, cleared in xylene, embedded in paraffin, sectioned at 5 µm thick, and stained in HE. For the ultrastructural analyses, the sectioned samples were washed in ultrasound for 15 minutes and conditioned in 70% alcohol overnight, with subsequent dehydration in increasing alcohol, drying at the critical point, and metalized for analysis in the Scanning Electron Microscope. The results showed that the kidneys are parenchymal organs with two regions: cortical and medullary. The cortical present renal corpuscles formed by glomeruli and the medullary are characterized mainly by the presence of collecting tubules. Therefore, the kidneys of *D. marsupialis* show morphological similarities with other domestic and wild mammals described in the literature.

**Key Words:** Marsupials; Microscopy; Morphology; Mucura.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Histologia dos Rins do <i>D. marsupialis</i> .....	25
<b>Figura 2.</b> Ultraestrutura dos Rins do <i>D. marsupialis</i> .....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>SIGLAS</b>	<b>SIGNIFICADOS</b>
C	Córtex
CADI	Centro Avançado em Diagnóstico por imagem
CCC	Centro de Ciências de Chapadinha
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
CONCEA	Conselho nacional de Controle e Experimentação Animal
<i>D. marsupialis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>
DC	Ducto Coletor
FAPEMA	Fundação de Amparo a Pesquisas
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FP	Folheto Parietal
FV	Folheto Visceral
G	Glomérulo
H	Henle
HE	Hematoxilina- eosina
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LAAC	Laboratório de Anatomia Animal e Comparada
ME	Microscopia Eletrônica
PIBIC	Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
TCD	Túbulo Contorcido Distal
TCP	Túbulo Contorcido Proximal
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 Marsupiais e Didelphideos.....	15
2.2 <i>Didelphis marsupialis</i> .....	16
2.3 Aspectos morfológicos e funcionais dos rins.....	17
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	20
3.1 Objetivo geral.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
4.1 Aspectos Éticos.....	21
4.2 Animais.....	21
4.3 Processamento histológico.....	22
4.4 Processamento das amostras para microscopia eletrônica de varredura.....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
5.1 Análise histológica dos rins do <i>D. marsupialis</i> .....	23
5.2 Análise ultraestrutural do rim do gambá <i>D. marsupialis</i> .....	26
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

Popularmente conhecido como gambá ou mucura, o *Didelphis marsupialis* (Linnaeus 1758) é uma espécie de marsupial pertencente à família Didelphidae e ao Gênero Didelphis. Apresenta hábitos solitários e noturnos (CASSELA e CASSERES, 2006; MACHADO et al., 2010), podendo ser encontrado na floresta tropical/subtropical e próximo a áreas antropizadas. Sendo classificado como mamífero não placentários, o *D. marsupialis* é uma espécie encontrada na Argentina, Brasil, Bolívia, Colômbia, Paraguai, Peru e Uruguai (TÁXEUS, 2022). No Brasil, possui ocorrência acentuada nos biomas de Pampa, Amazônico e Cerrado (PAGLIA et al., 2012).

Trata-se de um animal que possui um hábito alimentar onívoro com uma dieta variada, se alimentando de animais peçonhentos como cobras e escorpiões (JARED et al., 1998), pequenos vertebrados e aves, além de fontes vegetais (PAGLIA et al., 2012; LESSA e GEISE, 2010), o que implica diretamente em seus importantes papéis ecológicos, como a dispersão de sementes e a regulação biológica de outras populações. Portanto, essencial para a manutenção da fauna e flora de uma região.

Os gambás são considerados vetores de protozoários que ocasionam graves doenças, como do gênero *Leishmania* que causa a Leishmaniose, e o *Trypanosoma cruzi* que é responsável por ocasionar a doença de Chagas (JANSEN et al., 2002). Existem estudos que investigam altas taxas de imunidade desses animais ao veneno de serpentes peçonhentas do gênero *Bothrops*, como Correia (2011) e Sousa (2004). Esse gênero inclui a espécie *Bothrops erythromelas*, a jararaca-malha-de-cascavel (PRICOLI, 2019), responsável por muitos acidentes no Nordeste do Brasil (WEN et al., 1989).

Visto a importância do gambá para o meio no qual está inserido e suas relações com outras espécies, estudos anatômicos, histológicos e ultraestruturais veem a contribuir com uma descrição morfológica e uma disponibilidade maior de dados acerca dessa espécie. Desta forma, o estudo do sistema urinário e suas estruturas no *D. marsupialis*, podem gerar resultados que ao serem contrapostos com outras espécies, contribuirão diretamente com a Biologia da espécie. Além disso, por tratar-se de uma espécie silvestre, para preservação, controle das populações, manejos e afins de animais silvestres, é importante estabelecer as particularidades que implicam nas características estruturais e em modos de vida, e desta forma,

colabora com a construção de novos conhecimentos morfológicos e fisiológicos e de forma geral, biológicos dessa espécie (ABREU, 2013).

É importante destacar que o sistema urinário é composto por um par de rins, ureteres, vesícula urinária e uretra, sendo responsável pela manutenção da homeostase geral através de processos de regulação de concentrações de volumes e eliminação de desperdícios metabólicos. A principal função deste sistema é excretar resíduos tóxicos produzidos pelo organismo, com isso, a filtração do sangue ocorre a nível renal e, posteriormente, os ureteres transportam a urina formada até a bexiga, seguido pelo esvaziamento através da uretra (DYCE et al., 2017).

Tendo em vista a importância do sistema urinário para a manutenção da vida, a relevância biológica do *D. marsupialis* e seus aspectos que merecem ser estudados e aprimorados, esse estudo objetivou descrever histologicamente e ultraestruturalmente os rins do *D. marsupialis* estabelecendo parâmetros que venham a contribuir com uma maior disponibilidade de dados na literatura acerca dessa espécie, bem como estudo comparativo entre mamíferos, tanto para animais domésticos quanto para animais silvestres, viabilizando bases morfológicas que podem ser aplicadas aos estudos de ecologia, zoologia e áreas mais aplicadas dentro das Ciências Biológicas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Marsupiais e Didelfídeos

Marsupialia é uma ordem do Filo Chordata que possui espécies na América do Sul, América do Norte e Austrália (FONSECA, 2003). Os marsupiais apresentam uma gestação de período curto, na qual os filhotes nascem em estágio imaturo e se desenvolvem no marsúpio, uma estrutura onde estão localizadas as glândulas mamárias, utilizadas para alimentar os animais até atingirem seu desenvolvimento completo (ROSSI et al., 2006). Segundo Finne et al. (1986), Malta e Luppi (2006), são descritas 260 espécies existentes de marsupiais, e essas estão distribuídas em 16 famílias, localizadas nas regiões da Austrália e em ilhas que a circundam, como Nova Guiné, Celebes, Molucas e nas Américas.

No território brasileiro, os marsupiais encontrados são representantes da família Didelphidae da ordem Didelphimorphia. Segundo Paglia et al. (2012) essa família é formada por 16 gêneros e 55 espécies viventes em território brasileiro, composta por espécies de pequeno e médio porte. Os representantes dessa família são animais com pernas curtas, pelagem densa, orelhas pontudas e cauda longa. Geralmente, as espécies que possuem hábitos arborícolas possuem uma cauda forte e preênsil, servindo para escaladas e locomoção nas árvores (EMMONS e FEER, 1997).

Dentre os gêneros da família Didelphidae, encontra-se incluso o gênero *Didelphis*, no qual são encontradas 6 espécies viventes de gambás, sendo: *Didelphis albiventris* Lund, 1840; *Didelphis aurita* Wied-Neuwied 1826; *Didelphis imperfecta* Mondolfi e Pérez-Hernández, 1984; *Didelphis pernigra* J. A. Allen, 1900, *Didelphis virginiana* Kerr, 1792; e *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758. Dentre essas espécies, apenas três estão presentes no Brasil: *Didelphis marsupialis*, *Didelphis aurita* e *Didelphis albiventris* (LEMOS e CERQUEIRA, 2002). No estado do Maranhão, a espécie comumente observada é a *D. marsupialis*, que apresenta ocorrência comum entre a Amazônia e o Cerrado (PAGLIA et al., 2012).

## 2.2 *Didelphis marsupialis*

O *D. marsupialis*, descrito por Linnaeus em 1758 é um mamífero de comportamento noturno (CASSELA e CASSERES, 2006; MACHADO et al., 2010), que se refugia em ocós de arvores, raízes e em forros de casa (ARGONA e FILHO, 2009). É habitualmente observado em quintais de pessoas que residem próximo a uma área de mata ou floresta, devido a sua facilidade em adaptar-se a diversos ambientes, sejam eles rurais ou urbanos, certificando a esses animais uma habilidade sinantrópica, sendo a capacidade que alguns animais silvestres possuem em adaptação a ambientes urbanos. Possui importantes funções ecológicas em um ecossistema, incluindo a dispersão de sementes e a regulação biológica de outras populações, devido ao consumo de diversos frutos e animais peçonhentos como cobras e escorpiões em sua alimentação (JARED et al., 1998).

Essa espécie apresentam hábito alimentar generalista, onívoro com uma dieta variada de fontes vegetais, folhas, frutas e frutos (PAGLIA et al., 2012; TOTARO, 2013). Os indivíduos dessa espécie ao ingerirem frutos acabam dispersando suas sementes, seja pelas fezes ou, ao deixarem as sementes caírem sobre o solo durante suas refeições, tendo então meios propícios para a germinação delas, contribuindo com o nascimento de novas árvores, no qual implica em uma manutenção do ecossistema florestal. Este tipo de comportamento, comumente observadas em mamíferos que consomem frutas, são fundamentais para a reestruturação e regeneração de populações e comunidades de sistemas degradados (CÁCERES, 2002; MACHADO et al., 2008; CANTOR et al., 2010).

Dependendo da região em que a espécie é encontrada, ela recebe diferentes nomes populares, tais como: mucura, gambá, saruê, sariguê, pois, a localização regional gera um grau de variabilidade nominal (MACHADO et al., 2010; AGUIAR et al., 2002; PAGLIA et al., 2012). Apresenta um dimorfismo sexual, no qual a fêmea possui uma cabeça mais estreita do que o macho. Além disso, são animais que acumulam gordura corporal durante o outono e utilizam durante a estação seguinte, o inverno, sendo essa mudança na composição corporal. Tendo a comprovação na observação do ganho e posterior perda de peso em animais nessas estações (CÁCERES e FILHO, 1999).

A morfologia externa característica dessa espécie é uma coloração dorsal grisalha ou negra, contendo a presença de pelos longos brancos que se destacam

sobre os pelos negros e uma textura geralmente áspera. Ventralmente, a pelagem possui uma coloração mais voltada a uma tonalidade creme mais amarelada, sendo a face desse animal negra ou grisalha. Possuem patas em tom de preto, bem como orelhas grandes, negras e sem a presença de pelos (ROSSI et al., 2012; SILVA et al., 2007).

Por se tratar de uma espécie silvestre, sabe-se que, para que sejam estabelecidas estratégias para preservação, controle das populações, manejo e melhorias na qualidade de vida das mesmas, é importante que estudos com enfoque nas características estruturais, sejam realizados, os quais colaborarão com a construção de novos conhecimentos morfológicos e fisiológicos, e de forma geral, com a biologia da espécie.

Nesta pesquisa, tomando-se como base a importância do sistema urinário para a manutenção da homeostase corporal através de processos de regulação de concentrações de volumes e eliminação de desperdícios metabólicos, nos propomos a estudar o principal órgão deste sistema, os rins, que tem a função de eliminação dos resíduos tóxicos produzidos pelo organismo, com isso, a filtração do sanguínea.

### 2.3 Aspectos morfológicos e funcionais dos rins

Os rins eliminam resíduos metabólicos nocivos ao organismo (amônia, ureia e ácido úrico) por meio da produção e eliminação de urina, realizando assim a filtração e absorção de resíduos metabólitos sanguíneos (HICKMAN et al., 2001; KARDONG, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2011). Sendo a principal forma de eliminar água e substâncias malélicas ao corpo, a urina é formada no interior dos rins, na região dos néfrons e passa por três etapas básicas: filtração, reabsorção e eliminação de catabólicos nitrogenados (DOUGLAS, 2001). Os rins são essenciais para a manutenção de composições físico-química do organismo, mantendo constante o volume extracelular, a concentração de eletrólitos, pressão osmótica interna e pressão arterial, ademais, exercem funções de uma verídica glândula endócrina, produzindo hormônios como a eritropoietina, além de realizar a ativação de vitamina D (RIELLA, 2010).

Segundo Fermi (2011), os rins são um par de órgãos que possuem uma coloração marrom-avermelhada. Anatomicamente, seu formato remete a um grão de

feijão, é coberto por uma membrana fibromuscular fina, nomeada de cápsula renal. Apresentam superfícies anteriores e posteriores, possuem bordas mediais e laterais, bem como polos inferiores e superiores. O hilo é localizado nas bordas mediais, onde se encontram a veia e a artéria renal, os vasos linfáticos, plexos nervosos e ureter, que se expande no seio renal, formando a pelve e o ducto coletor.

Estes órgãos recebem o sangue por meio das artérias renais (originadas da aorta abdominal) as quais dividem-se em vasos cada vez menores, formando eventualmente a arteríola aferente, que se ramifica formando o glomérulo, leito capilar responsável pela filtração glomerular. O sangue deixa o glomérulo por meio da arteríola aferente e flui de volta para a veia cava inferior por uma rede de capilares e veias (SMELTZER e BARE 2002). Após circular pelos vasos sanguíneos nesses órgãos, o sangue passa e sai livre das toxinas, por meio das veias renais rumo ao coração, e a urina desce pelos ureteres até chegar na bexiga, para seu armazenamento e posteriori eliminação (VARELLA, 2011).

Morfologicamente, é dividido em duas regiões distintas: o córtex (externo) e a medula (interna). O córtex é uma região que possui glomérulos, túbulos contorcidos proximais (TCP), túbulos contorcidos distais (TCD), ductos coletores corticais e seus capilares peritubulares adjacentes. A medula é semelhante a uma pirâmide devido suas longas alças de Henle e pela presença de dutos coletores medulares juntamente com seus capilares correspondentes, conhecidos por vasa recta (SMELTZER e BARE, 2002).

Nos mamíferos de forma geral, microscopicamente, são revestidos por meio de uma cápsula de tecido conjuntivo denso contínua com a adventícia do ureter ou da pelve renal na saída do órgão, tendo o seu parênquima dividido em zona cortical e zona medular. Apresentam regiões cortical e medular, possuindo estruturas de glomérulos, túbulos contorcidos proximais e distais, alça do néfron, túbulo coletor medular interno, epitélio urinário e de transição (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Os néfrons são as unidades funcionais dos rins, sendo divididos em corticais e justamedulares. Os corticais, encontrados no córtex renal, e os néfrons justamedulares são situados adjacentes à medula. Os justamedulares diferenciam-se por suas longas alças de Henle, alças capilares que se aprofundam na medula do rim. O glomérulo é dividido em três camadas filtrantes: o endotélio capilar, a membrana basal e o epitélio. A membrana glomerular geralmente permite a filtração de líquido e

de pequenas moléculas (SMELTZER e BARE 2002). Cada rim possui um milhão de néfrons, esses diferentes entre si, segundo sua localização. Assim, apresentam pequenas variações, importantes para otimizar seu funcionamento. Outra característica renal, é a reserva funcional, essa é importante para manter a capacidade renal quando até 75% do tecido renal se encontra comprometido (RIELLA, 2010).

Em linhas gerais, a informação expressa nos livros de histologia é que os vasos capilares formam alças. Depois de um curso muito tortuoso, se reúnem para formar as radículas da arteríola eferente. O território ocupado pelos capilares de um único ramo primário da arteríola aferente corresponde a um lóbulo glomerular. As fendas interlobulares penetram profundamente no interior do glomérulo, e os lóbulos convergem no hilo. No centro do glomérulo evidencia-se a existência de um capilar dilatado na forma de uma alça que conecta o aferente com a arteríola eferente (ROUILLER, 1969).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Descrever histologicamente e ultraestruturalmente os rins do *D. marsupialis*.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar histologicamente e ultraestruturalmente os rins do *D. marsupialis*;
- Realizar o estudo do comparativo da histologia e da ultraestrutura dos rins do *D. marsupialis*;
- Estabelecer parâmetros histológicos e ultraestruturais que contribuirão com a biologia da espécie;
- Assentar bases morfológicas que poderão ser aplicadas aos estudos de ecologia, zoologia e outras áreas das Ciências Biológicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Aspectos Éticos

O estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Animal Comparada (LAAC) do Centro de Ciências de Chapadinha (CCC), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em parceria com o Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade de São Paulo (USP). Todos os protocolos experimentais desta pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMA) - protocolo nº 23115.005452/2016-61, e SISBIO – ICMBio/IBAMA (protocolo nº 58272-1).

### 4.2 Animais

Foram utilizados cinco gambás machos, adultos da espécie *Didelphis marsupialis*. A captura dos gambás decorreu a partir da utilização de armadilhas do tipo Tomahawk, com o uso do mamão como iscas para atrair os animais. Após captura, os animais foram transportados para o Laboratório de Anatomia Animal e Comparada – LAAC. Para a eutanásia, os animais foram inicialmente anestesiados com cloridrato de cetamina (80mg/kg) e cloridrato de xilazina (10mg/kg), via intraperitoneal, seguido de overdose de 200 mg/kg de Thiopental Sódico (IP). Após constatado o óbito, pela perda dos reflexos motores e ausência de movimentos respiratórios e cardíacos, os animais foram lavados em água corrente para retirada de possíveis sujeiras adquiridas, seguidos pela aferição de seus dados biométricos como o peso (kg) e as medidas (comprimento). Em seguida, iniciou-se o processo de fixação, com utilização de formaldeído a 10%, que foi injetado via sistêmica (artéria carótida externa), e na musculatura e cavidades corporais. Os animais foram inteiramente imersos em caixas plásticas por um período de 48 horas, e transcorrido o mesmo, as peças foram retiradas e lavadas em água corrente por 24 horas, para que o processo de dissecação fosse iniciado. Para tanto, os animais foram posicionados em decúbito dorsal, e após incisão na linha média compreendida entre as cavidades abdominal e pélvica, procedeu-se o processo de dissecação dos constituintes do sistema urinário.

#### 4.3 Processamento histológico

Os rins após dissecados e fotografados *in situ*, para estudo anatômico, foram retirados da cavidade retroperitoneal dos animais e 2cm<sup>2</sup> foram retirados de cada rim, para realização do estudo histológico. Os fragmentos foram submetidos a baterias de desidratação em séries crescentes de álcool etílico (70, 80, 90 e 100%), diafanizados em xilol, incluídos em parafina e seccionados na espessura de 5 µm e corados segundo a técnica de hematoxilina-eosina (HE). Após cada análise, todos os achados foram fotodocumentados, para posterior comprovação científica destes.

#### 4.4 Processamento das amostras para microscopia eletrônica de varredura

A análise para microscopia eletrônica de varredura foi realizada em parceria com o Centro Avançado em Diagnóstico por Imagem (CADI), do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade de São Paulo (USP). Posterior aos procedimentos de dissecação dos rins, a análise de microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliação de estrutura física e arquitetônica tecidual. Para este fim, as amostras dos rins, fixadas, foram lavadas em ultrassom por um período de 15 minutos em água destilada, trocada a cada lavagem (3 lavagens com duração de 5 minutos cada). As amostras foram acondicionadas em overnight no álcool 70% e em seguida, passaram por uma desidratação em séries crescentes de álcool, secagem em aparelho de ponto crítico (LEICA EM CPD 300\*), e na sequência foram coladas em superfície de stubs, com cola de carbono e metalizados com ouro. Após análise dos resultados, os mesmos foram fotodocumentados através de microscópio eletrônico ME Leo 435 VP, para comprovação científica dos achados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rins do *D. marsupialis* se caracterizam como órgãos que possuem formato de um grão de feijão (reniforme), dotados de uma borda convexa e outra côncava, onde se situa o hilo, local de entrada e saída dos vasos sanguíneos. Tratam-se de órgãos maciços, com duas regiões no parênquima, e contém uma cápsula frouxamente aderida e bastante resistente de tecido conjuntivo denso não modelado e tecido conjuntivo frouxo com vasos sanguíneos, linfáticos fibroblastos e fibras colágenas.

### 5.1 Análise histológica dos rins do gambá *D. marsupialis*

Ao analisar histologicamente os rins dessa espécie (figura 1), foi observado que esses órgãos são formados por duas regiões: zona cortical (figura 1A e 1B) e a zona medular (figura 1C e 1D). Além disso, observa-se a presença de uma camada externa de tecido conjuntivo. A zona cortical contém glomérulos formados por uma rede de capilares denominados de corpúsculos renais (figura 1E) que filtram o sangue, bem como o folheto parietal simples pavimentoso, e o folheto visceral da cápsula de Bowman, com o espaço capsular que se localiza entre esses dois folhetos (figura 1A) que juntos formam o corpúsculo renal.

Observa-se também, a zona medular, as porções delgadas e espessa do rim, (figura 1B), e a presença do tubo contorcido distal e do tubo contorcido proximal com epitélio cúbico simples (figura 1C). Pode-se notar, a presença do tubo coletor na zona medular interna, próximo as alças de Henle (1D) evidenciadas pelo formato de letra “U,” que da forma a essa estrutura.

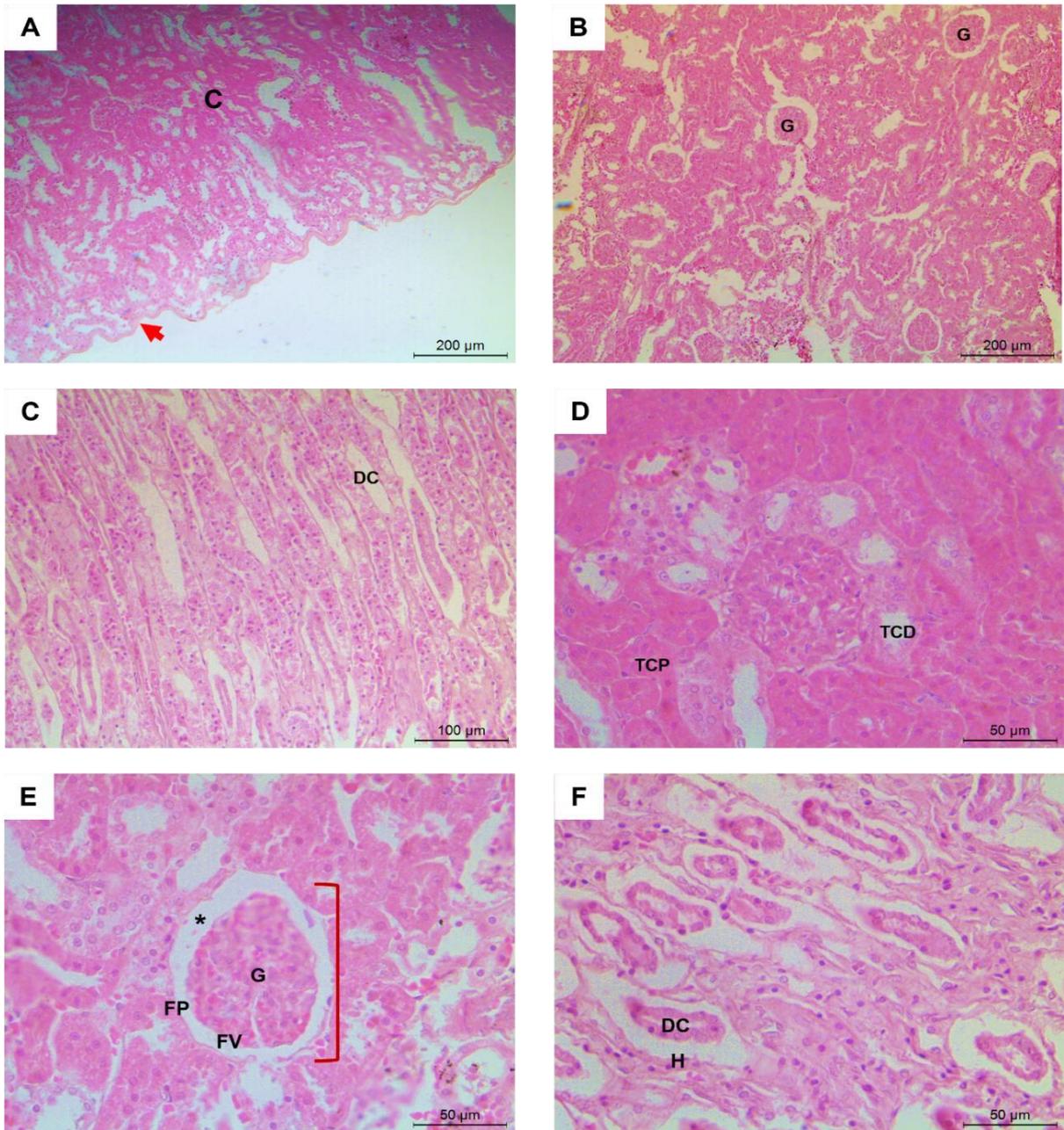
As análises histológicas realizadas, nos rins do *D. marsupialis* mostram semelhanças estruturais nas descrições existentes para rins dos Didelphídeos (PRADO et al., 2014), assim como mamíferos em geral, pois apresentam-se estruturalmente como unilobar ou unipiramidal, composto de um grupo de néfrons e recoberto de uma cápsula fibrosa. Prado et al., (2014) relataram para o *Gracilinanus microtarsus*, uma espécie de marsupial, o parênquima renal formado por uma região medular e outra cortical, o que corrobora com nossos achados.

Estruturas semelhantes na zona cortical e medular, a semelhança dos nossos achados foram descritas por König e Liebich (2011) em mamíferos domésticos tais como: glomérulos, túbulos contorcidos proximais e distais, túbulo coletor medular interno, assim como o mesmo padrão de epitélio urinário, de transição.

Kaissling e Dorup (1995) relataram que o néfron (a unidade funcional do rim), é composto pelo corpúsculo renal, contendo o glomérulo e o túbulo que se origina do corpúsculo renal. Os néfrons são drenados por um sistema de coleta que leva a urina a pélvis renal. Sendo subdividido em partes proximais e distais, ligadas por uma porção reta que é dobrada em forma de uma alça, a alça de Henle. Histologicamente, o néfron consiste em uma série de segmentos tubulares, cada um com tipos de células características estruturais e funcionais, esses observados também em nossas análises.

A presença dos corpúsculos renais evidencia os locais de filtração renal, sendo semelhantes as descrições de Scott e Quaggin (2015), que relatam que a filtração renal ocorre dentro dessas estruturas, na porção proximal extensa do néfron, sendo uma estrutura repleta de vascularização pela presença dos vasos sanguíneos. Cada um dos constituintes renais evidenciados, possuem uma função específica dentro das funções exercidas no corpo *D. marsupialis* por esse órgão.

Nesse sentido, a alça de Henle estende o túbulo renal profundamente na medula antes de voltar para se tornar o segmento do túbulo distal dentro do córtex (Fig. 1B). A alça de Henle juntamente com outras estruturas renais, promove a reabsorção de água e eletrólitos, realizando a concentrando da concentração de urina (SANDS e HAROLD, 2013).



**Figura 1** – Histologia dos rins do *D. marsupialis*. Legenda: **A** – Córtex (C); cápsula renal (seta); **B** – Zona cortical do rim; glomérulo (G); **C** – Zona medular; ductos coletores (DC); **D** – Túbulo contorcido distal (TCD); túbulo contorcido proximal (TCP); **E** - Glomérulo (G); espaço capsular (\*); folheto parietal da cápsula de Bowman (FP); folheto visceral da cápsula de Bowman (FV); corpúsculo renal (chaves); **F** – Ducto colector (DC); porção delgada da alça de Henle (H).

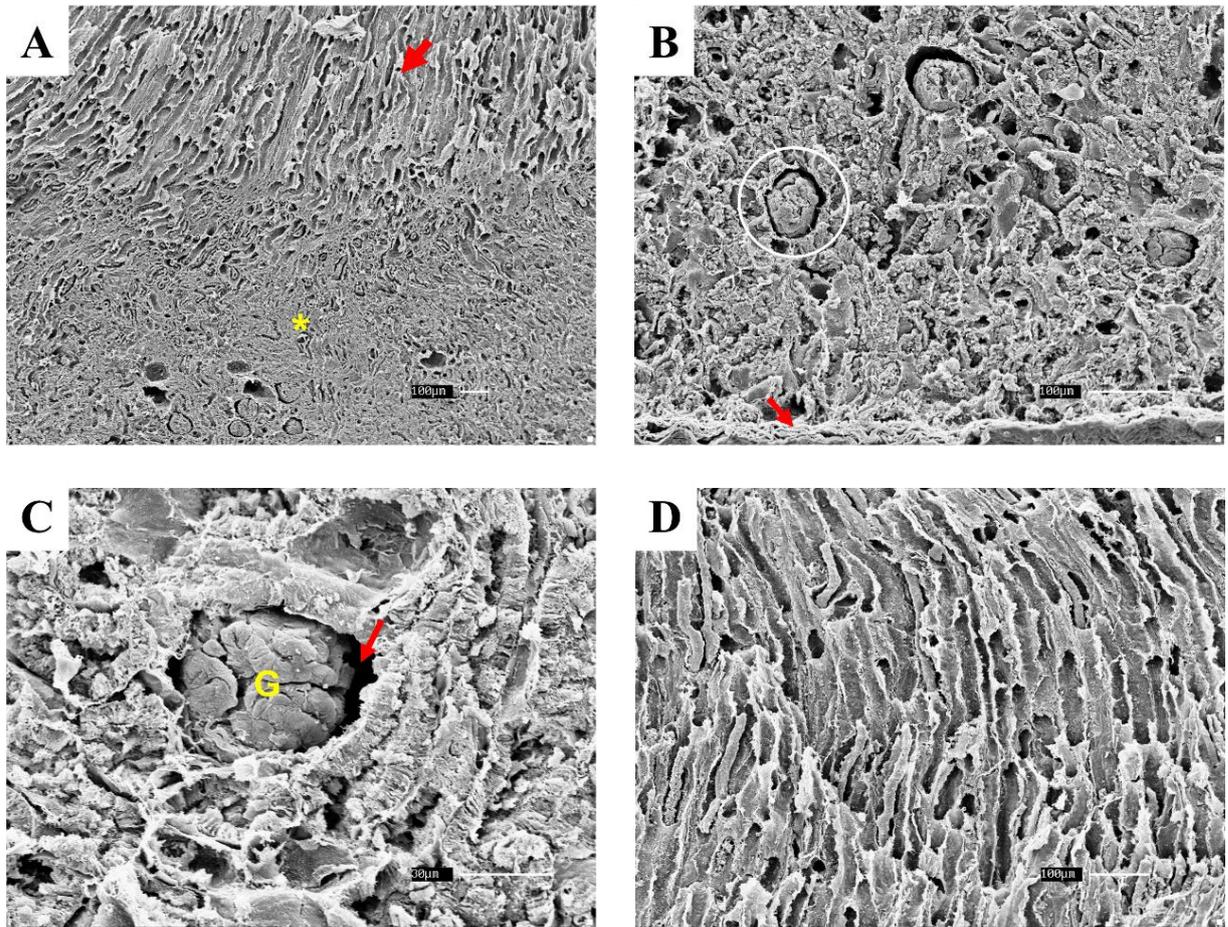
## 5.2 Análise ultraestrutural dos rins do gambá *D. marsupialis*

Ultraestruturalmente foi observado o parênquima do rim dividido em região cortical e medular (Figura 2 – A). A zona cortical caracterizada pela presença dos corpúsculos renais, túbulos contorcidos distal e proximal e túbulos coletores, além disso, foi observado a presença da cápsula de tecido conjuntivo que envolve estes órgãos (Figura 1 – B).

Os corpúsculos renais são compostos pelo glomérulo renal, que possui uma série de capilares envolvido pela cápsula de Bowman, além disso, foi observado o espaço capsular que é localizado entre os folhetos visceral e parietal da cápsula de Bowman (Figura 1 – C). A zona medular do rim é composta por uma rede de ductos coletores (Figura 1 – D). Não foi possível diferenciar os túbulos contorcidos distal e proximal, nem a alça de Henle nesta análise.

Na zona cortical do rim, os glomérulos são mais numerosos na periferia, imediatamente abaixo do córtex, além disso, foi observado a cápsula renal que recobre esse órgão sendo evidenciados nesse estudo, bem como nos achados de Brown (1924).

Em marsupiais, os rins organizam-se macro e microscopicamente da mesma forma que é observado em carnívoros domésticos, apresentando regiões cortical e medular, papila renal, cálice e pelve renal, essas contendo as mesmas estruturas típicas encontradas nesses órgãos (PRADO et al., 2014).



**Figura 2** - Ultraestrutura dos rins do *D. marsupialis*. Legenda: A – Zona cortical (\*) e zona medular (seta vermelha); B – Zona cortical do rim, corpúsculo renal (círculo) e cápsula renal (seta vermelha); C – Glomérulo (G) e espaço capsular (seta); D – Zona Medular do rim.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com nossos resultados, pode-se concluir que a histologia e ultraestrutura dos rins do *Didelphis marsupialis* se assemelha aos padrões de descrição morfológica encontrados na literatura para outros mamíferos, sejam eles animais silvestres ou domésticos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C. de. **Evidência de sinurbização do saringuê (*Didelphis*) no ecossistema urbano de Feira de Santana (BA): Ocorrência e interação com os seres humanos.** 2013, 114 f. Dissertação (mestrado em Zoologia), Pós-graduação em Zoologia da universidade Estadual de Feira de Santana Bahia, 2013.
- AGUIAR, S. A.; MELO, C. C. S.; AGUIAR, G. F. S.; QUEIROZ, J. A. L. **Levantamento preliminar da mastofauna da região de Anajás-Muaná, ilhas de Marajó, Pará, Brasil.** *Revista brs. Zool.*, v. 19, n.3, p.841-854, Pará, 2002.
- ARAGONA, M.; MARINHO-FILHO, J. **História natural e biologia reprodutiva de marsupiais no Pantanal, Mato Grosso, Brasil.** *Zoologia (Curitiba)*, 26, pp.220-230, 2009.
- BROW, L. R. K. **A circulação renal.** Arco. Studien iiber Art und Entstehung des Amyloids. Beitr. Pathol. Anal. 75, 486-498. Chicago, 1924.
- CÁCERES, N. C. **Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in Southern Brazil.** *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.37, p.97-104, 2002.
- CÁCERES, N. C.; FILHO M. E. L. A. Tamanho corporal em populações naturais de *Didelphis* (Mammalia: Marsupialia) do Sul do Brasil. *Rev. Biol.* v. 59, n. 3.p.461-469,1999.
- CANTOR M.; FERREIRA L. A.; SILVA W. R. Setz EZF Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) in highly disturbed environment. *Biota Neotrop* 10 (2): 45-51, 2010.
- CASELLA, J.; CÁCERES, N. C. **Diet of four small mammal species from Atlantic forest patches in south Brazil.** *Neotropical Biology and Conservation*. v.1, n. 1, p. 5-11, 2006.
- CORREIA, J. M.; **Ofidismo no estado de pernambuco: uma abordagem epidemiológica histórica e caracterização molecular de uma metaloprotease da glândula de peçonha de viperídeos sul americanos.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) 166 p. Universidade federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Recife, 2011.
- DOUGLAS. C. R. **Patofisiologia de sistemas: renal**, 1ª ed. São Paulo: Robe, 2001.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Textbook of Veterinary Anatomy** . 5th edition. Saunders. 872p, 2017.

EMMONS, L. H.; FEER. **Neotropical rainforest mammals: a field** guide. Chicago and London, The University of Chicago Press. XVI 2 ed. 307p. Chicago, 1997.

FERMI, M. Diálise para enfermagem. Guia prático – 2ª ed. Guanabara Koolgan. Rio de Janeiro, 2011.

FINNE, E. P.; BERGIN, T. J.; HUMER, I. D.; BUTLER, R.; BEVERIDAE, I. Monotremes and marsupials ( Monotremata and Marsupialia). In: FOWLER, M.E. **Zoo and wild animal medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1986. 2 ed., 2011.

FONSECA, L. E. A. Adaptações de Didelphis albiventris Lund. Para o ambiente urbano. Monografia (Graduação em Biologia) Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Ciências da saúde. Brasília, 2003.

HICKMAN JR., C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Integrated principles of zoology. 11th ed. New York: -e McGraw-Hill Companies**, 2001.

JANSEN. A. M. **Marsupiais Didelfídeos: gambá e cuícas**. In: ANDRADE, A., PINTO, SC., OLIVEIRA, RS., (Orgs). Animais de Laboratório: criação e experimentação [online]. Ed. FIOCRUZ. ISBN: 85-7541-015-6. Available from Scielo Books. 388 p. Rio de janeiro, 2002.

JARED, C.; ANTONIAZZI, M.M.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. **Predation of snakes the Young of opossum Didelphis marsupialis in captivity. The Snake**, vol. 28, p. 68-70, 1998.

JUNQUEIRA, L. C. CARNEIRO, J. Histologia básica: texto e atlas. 12 ed. Rio de janeiro: Guanabara Kooglan, 2013

KAISSLING, B.; DORUP, J. Springer Berlin Heidelberg Verlag: **Anatomia funcional do rim**. - cap. 1, p3. New York, 1995.

KARDONG, K. V. **Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução**. São Paulo: Roca, 2006.

- KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Órgãos urinários (Organa Urinaria)**. In: KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. Anatomia dos animais domésticos: texto a atlas colorido. 4. ed.. p. 411-425. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- LEMOS, B.; CERQUEIRA, R. **Morfological differentiation in the White-eared opossum group (didelphidae: Didelphis)**. *Journal of Mammalogy*. V. 83, n°2, p. 354 – 369, 2002.
- LESSA, L.G.; GEISE, L. **Hábitos alimentares de marsupiais didelfídeos brasileiros: Análise do estado de conhecimento atual**. *Oecologia Australis*, v.14, n.4.p. 901-910, 2010.
- LINNAEUS, C. **Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cvm characteribus, differentiis, synonymis, locis**. Tomus I. Regnus Animale. 10 ed. Estocolmo: Laurentii Salvii, 1758.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A. P. **Biodiversidade 19**. Livro Vermelho das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1ed. Ministério do Meio Ambiente, Fundação Biodiversitas., v.2. Brasília, 2008.
- MACHADO, M.R.F.; REIS, A. C. G.; MARTINS, L.; FILHO, S. P. G.; GERBASI, S. H. B.; AGOSTINHO, L. A. **Arco aórtico do Saruê (Didelphis marsupialis - Linnaeus, 1758)**. *PUBVET, Londrina*, v. 4, n 23, 2010.
- MALTA, M. C. C.; LUPPI, M. M. Marsupialia – Didelphimorphia (gambá, cuica). In: ZALMIR, S. C.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2006.
- AGUIAR, S. A.; MELO, C. C. S.; AGUIAR, G. F. S.; QUEIROZ, J. A. L. **Levantamento preliminar da mastofauna da região de Anajás-Muaná, ilhas de Marajó, Pará, Brasil**. *Revista brs. Zool.*, v. 19, n.3, p.841-854, Pará, 2002.
- PAGLIA, A.P.; DA FONSECA, G.A.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M.; MENDES, S.L. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals**. Occasional papers in conservation biology, 6, pp.1-82, 2012.
- PRADO, C. V. G. B.; CARNIATTO, C. H. O.; SANTOS, A. C. M.; RODRIGUES, R. F.; FAVARON, P. O.; RODRIGUES, M. N.; MIGLINO, M. A.; **Arquitetura e estrutura**

**dos rins de *Glacilinanus microtarsus* (Didelphimorphia)** (Wargner, 1872) Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. v. 51, n. 4, 297-303 p. São Paulo, 2014.

PRICOLI, F. G. **A Corrida Armamentista Predador Presa Entre Serpentes e Mamíferos na América Do Sul: Uma Revisão do Conhecimento e Metodologias para Estudo Da Resistência de Marsupiais Didelphidae (Didelphimorphia) ao Veneno de Jararaca.** Monografia – Especialização, São Paulo, 2019.

RIELLA, C. M. **Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólíticos.** 5 ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2010.

ROUILLER, C. Anatomy and histology, in. “The Kidney,” (C. Rouiller e AF Muller, eds.), Vol, p. 61-156, Academic Press, Nova York, 1969.

ROSSI, R. CARMIGNOTTO, A. P.; OLIVEIRA, M. V. B.; MIRANDA, C. L., CHHEREM, J. **Diversidade e diagnose de espécies de marsupiais brasileiros.** In: Cáceres, N. C. (Org.). Os marsupiais do Brasil: Biologia, ecologia e conservação.: ed UFMS, Campo Grande, 2012.

SANDS, J. M.; HAROLD, E. L. **Avanços na compreensão do mecanismo de concentração de urina.** Revisão anual de fisiologia – Universidade de medicina de Atlanta Geórgia. Carolina do Norte, 2013.

SCOTT, R. P. QUAGGIN, S. E. **The cell biology of renal filtration.** The Journal of Cell Biology, 209(2), Northwestern University, Feinberg School of Medicine 199–210. Chicago, 2015.

SILVA, M. N. F.; ARTEAGA, M.C.; BANTEI, C.G.; ROSSONI, D.M.; LEITE, R.N.; PINHEIRO, P.S.; RÖHE, F.; ELER, E. **Mamíferos de pequeno porte (Mammalia: Rodentia & Didelphimorphia).** In: RAPP PY-DANIEL, L.; DEUS, C.P.; HENRIQUES, A.L.; PIMPÃO, D.M.; RIBEIRO, O.M. (orgs.). Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação. INPA: Manaus, 179-194 p., 2007.

SMELTZER, S. C.; BARE, B. G. **Histórico e tratamento de pacientes com diabetes mellitus.** In -Tratado de enfermagem médico-cirúrgica. 9. ed. Guanabara Koogan, cap. 37. Rio de Janeiro, 2002.

SOUSA, F. C. M.; Efeito renal do veneno da *Bothrops erythromelas* e bloqueio induzido pelo fator antibotrópico do *Didelphis marsupialis*. Dissertação (Mestrado em

Farmacologia). Universidade Federal do Ceará, Departamento de Fisiologia e Farmacologia. 128 p. Fortaleza, 2004.

**TÁXEUS, Listas de Espécies - Didelphis marsupialis, distribuição e classificação – registros.** Disponível em: <https://www.taxeus.com.br/especie/didelphis-marsupialis> Acesso em 02/07/2022.

**TÓTARO, P. I. S. Morfologia e Morfometria na Morfogênese do Pâncreas do Gambá *Didelphis aurita* durante o desenvolvimento intramarsupial.** 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.

VARELLA, D.; **Rim.** Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/corpo-humano/rim/> Acesso em: 11/07/2022.

WEN, F. H.; MARINHO, L. A. C.; SILVA, E. P.; MEDEIROS, G. E. **Estudo retrospectivo dos acidentes botrópicos em região de alta prevalência de *Bothrops erythromelas*.** Revista Brasileira de Medicina Tropical, v. 22, p. 69, 1989.