

ARTIGO RECEBIDO: 15/12/2023 – APROVADO: 21/03/2024 - PUBLICADO: 22/04/2024

## **HISTOLOGIA E MORFOMETRIA DAS BRÂNQUIAS CLOCAIS DE *Podocnemis unifilis* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE)**

*HISTOLOGY AND MORPHOMETRY OF THE CLOACAL GILLS OF Podocnemis unifilis (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE)*

*HISTOLOGÍA Y MORFOOMETRÍA DE LAS BRALLAS CLOCALES DE Podocnemis unifilis (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE)*

*Jonatas Carvalho de Souza*,\*,<sup>1</sup>; *Ana Beatriz Nunes Ribeiro*<sup>3</sup>, *Danilo Nunes de Santana*<sup>1</sup>, *Kellen Lagares Ferreira Silva*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Curso de Mestrado em Ciências do Ambiente, *Campus Palmas*, Universidade Federal do Tocantins, Brasil;

<sup>2</sup> Curso de Ciências Biológicas, *Campus Porto Nacional*, Universidade Federal do Tocantins, Brasil;

<sup>3</sup> Curso de Engenharia de Pesca, *Campus Macapá*, Universidade Estadual do Amapá, Brasil;

\*Correspondência: [jonatascarvalho.965@gmail.com](mailto:jonatascarvalho.965@gmail.com)

### **RESUMO**

*Podocnemis unifilis* é a espécie mais abundante do gênero, podendo atingir 50cm de comprimento e pesar até 12,5 kg. As brânquias cloacais compõem o sistema urogenital de quelônios semiaquáticos, desempenhando função de trocas gasosas. Este estudo teve como objetivo descrever aspectos morfológicos, histológicos e morfométricos das brânquias cloacais em espécimes coletados nos rios Tocantins e Javaés. Após a coleta, os espécimes foram submetidos a biometria e eutanásia. O órgão foi fixado e armazenado em álcool até o emblocamento em parafina, microtomia e coloração para microscopia de luz. O software ImageJ foi utilizado para morfometria. Para microscopia de varredura, as amostras passaram por protocolo específico até a fixação em "stubs", produção e análise de imagens. As brânquias cloacais apresentaram quatro camadas (mucosa, submucosa, muscular e serosa), com tecido epitelial estratificado cúbico sobre lâmina própria e tecido muscular liso. A presença abundante de capilares e vasos sanguíneos, sugere que as brânquias desempenham um papel nas trocas gasosas. Espécie do mesmo gênero com habitat diferente apresenta epitélio do tipo simples. Em contrapartida, uma espécie do gênero *Phrynops*, com habitat semelhante a espécie estudada possui tipo de epitélio igual, evidenciando que o tipo de epitélio das brânquias cloacais varia de acordo com o habitat.

**Palavras-chave:** Quelônios. Respiração. Conservação. Manejo. Tracajá

### **ABSTRACT**

*Podocnemis unifilis* is the most abundant species in the genus, reaching up to 50 cm in length and weighing up to 12.5 kg. The cloacal gills constitute the urogenital system of semi-aquatic chelonians, serving the function of gas exchange. This study aimed to describe morphological, histological, and morphometric aspects of cloacal gills in specimens collected from the Tocantins and Javaés rivers.

After collection, the specimens underwent biometry and euthanasia. The organ was fixed and stored in alcohol until paraffin embedding, microtomy, and staining for light microscopy. ImageJ software was used for morphometry. For scanning electron microscopy, the samples underwent a specific protocol, leading to fixation on stubs, image production, and analysis. The cloacal gills exhibited four layers (mucosa, submucosa, muscular, and serosa), with a stratified cuboidal epithelial tissue on the lamina propria and smooth muscle tissue. The abundant presence of capillaries and blood vessels suggests that the gills play a role in gas exchange. A species from the same genus but with a different habitat showed a simple epithelium. In contrast, a species from the genus *Phrynops*, with a habitat similar to the studied species, exhibited a similar epithelial type, highlighting that the cloacal gill epithelium varies according to habitat.

**Keywords:** Chelonians. Respiration. Conservation. Management. Yellow-spotted river turtle.

### **RESUMEN**

*Podocnemis unifilis* es la especie más abundante en el género, pudiendo alcanzar hasta 50 cm de longitud y pesar hasta 12.5 kg. Las branquias cloacales constituyen el sistema urogenital de quelonios semiacuáticos, desempeñando la función de intercambio gaseoso. Este estudio tuvo como objetivo describir aspectos morfológicos, histológicos y morfométricos de las branquias cloacales en especímenes recolectados de los ríos Tocantins y Javaés. Después de la recolección, los especímenes fueron sometidos a biometría y eutanasia. El órgano fue fijado y almacenado en alcohol hasta su inclusión en parafina, microtomía y tinción para microscopía de luz. Se utilizó el software ImageJ para morfometría. Para la microscopía electrónica de barrido, las muestras siguieron un protocolo específico, que incluyó la fijación en "stubs", la producción y el análisis de imágenes. Las branquias cloacales presentaron cuatro capas (mucosa, submucosa, muscular y serosa), con tejido epitelial estratificado cúbico sobre la lámina propia y tejido muscular liso. La presencia abundante de capilares y vasos sanguíneos sugiere que las branquias desempeñan un papel en el intercambio gaseoso. Una especie del mismo género pero con un hábitat diferente mostró un epitelio simple. Por otro lado, una especie del género *Phrynops*, con un hábitat similar a la especie estudiada, presentó un tipo de epitelio similar, destacando que el epitelio de las branquias cloacales varía según el hábitat.

**Descriptor:** Quelonios. Respiración. Conservación. Manejo. Tracajá.

### **INTRODUÇÃO**

Testudines ou Chelonia é a ordem que engloba tartarugas, cágados e jabutis. Segundo registros fósseis, este grupo existe desde o período jurássico, há 250 milhões de ano (Garsgachen, 1995), apresentando como sinapomorfia o corpo coberto por um casco dividido em plastrão – parte ventral - e carapaça – parte dorsal (Shaffer, 2009). Atualmente, estão descritas 362 espécies dentro de 14 famílias (Uetz e Hosek, 2022) sendo dividido em dois clados: pleurodira – que retrai a cabeça lateralmente para dentro do casco – e criptodira – que retrai a cabeça verticalmente em formato de “S” (Shaffer, 2009).

Esses animais possuem as costelas e a coluna vertebral fusionadas à carapaça. Pela rigidez dessa estrutura a expansão da cavidade abdominal é insuficiente, o que dificulta a participação da caixa torácica na respiração (Brainerd, 1999; Cordeiro, 2019). Os quelônios aquáticos e semiaquáticos apresentam respiração bimodal, podendo realizar a respiração no ambiente terrestre e aquático (Stone, 1992), sendo descritas trocas gasosas através do integumento, do epitélio bucofaringeal, da brânquia cloacal e/ou epitélio da cloaca (Gordos e Franklin, 2002; Jackson et al., 2004; Cordeiro, 2019).

O Brasil é um dos cinco países mais ricos em espécies de quelônios, tendo como destaque a região amazônica com 17 espécies – 15 com hábitos semiaquáticos e duas com hábitos terrestres (Vogt, 2008; Vandijk et al., 2014; Ferrara et al., 2019). A família Podocnemididae possui três gêneros: *Podocnemis* (Wagler, 1830), *Peltocephalus* (Duméril & Bibron, 1835) e *Erymnochelis* (Baur, 1888). E, na região amazônica ocorre cinco espécies dessa família, sendo elas: *Podocnemis expansa*, *Podocnemis unifilis*, *Podocnemis erythrocephala*, *Podocnemis sextuberculata* e *Peltocephalus dumerilianus* (Vogt, 2008; Rhodin et al., 2021). O gênero *Podocnemis* possui seis espécies, sendo quatro dessas na Amazônia brasileira: *P. expansa*, *P. sextuberculata*, *P. unifilis*, e *P. erythrocephala* (Vandijk, 2014).

Conhecida como tracajá, *P. unifilis* é uma espécie semiaquática, pode pesar até 12,5kg e atingir até 50cm de comprimento, possuindo uma distribuição ampla na América do Sul com ocorrências descritas nos países Bolívia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela e no Brasil nos estados do Amapá, Acre, Pará, Maranhão, Rondônia, Goiás, Mato Grosso e Tocantins (Vogt, 2008).

As brânquias cloacais, conhecidas também como bolsas cloacais, correspondem a um órgão do sistema urogenital dos quelônios com hábitos semiaquáticos, e são formadas por um par de apêndices da cloaca, altamente vascularizados, que são utilizados para trocas gasosas, estocagem de água, umidificação de substrato, controle de flutuabilidade e trocas iônicas (Petters, 1964; King e Heatwolw, 1994; Jorgensen, 1998; Rosa, 2008; Cordeiro, 2019). Esse órgão foi anteriormente descrito nas famílias Pelomedusidae, Emydidae, Chelydrae, Platysternidae, Chelidae e Podocnemididae (Smith e James, 1958; Rosa, 2008).

Compreender a biologia animal e as características das espécies podem contribuir para o manejo e conservação. Tendo em vista que trabalhos anatômicos com quelônios são escassos e que a descrição anatômica e microscópica da fauna é importante para a obtenção de dados científicos, o presente trabalho teve como objetivo descrever os aspectos morfológicos, histológicos e morfométricos das brânquias cloacais de *P. unifilis*.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Os espécimes foram coletados em dois rios localizados no estado do Tocantins, onde predomina o bioma Cerrado.

No Rio Javaés os espécimes foram coletados entre as coordenadas 10°08'45.3" S 49°59'49.8" W e 9°54'47.9" S 50°06'48.5" W, nas proximidades do Centro de Pesquisa Canguçu em uma região com diferentes áreas protegidas, como o Parque Nacional do Araguaia e a Área de Proteção Ambiental

Ilha do Bananal/Cantão (Ucambiental, 2021). Essa região se trata de uma área de transição do Cerrado e Floresta Amazônica (Silva, 2007).

No Rio Tocantins os espécimes foram coletados entre as coordenadas 8°23'11.2" S 48°06'50.1" W e 8°14'16.4" S 48°08'35.5" W, entre os municípios de Tocantínia e Tupiratins, área de relevante expansão agrícola, principalmente na produção de cana-de-açúcar e soja (IBGE, 2017).

### **Captura dos espécimes**

Os animais foram coletados entre os meses de outubro de 2021 e julho de 2022, com métodos da pesca de anzol - com iscas vegetais atrativas como a soja e o milho - e a técnica do “pulo”, que consiste na perseguição e pulo sobre o animal após a visualização na superfície (Balestra et al., 2016; Miorando, P. S., 2016; Malvasio et al., 2019; Ataídes et al., 2021).

A coleta contou com licença aprovada pelo Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO), vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para atividades com finalidade científica n° 69837.

Posterior a coleta, os animais foram sexados a partir das características de dimorfismo sexual, pesados e medidos como descritos por Ribeiro (2012), sendo transportados em caixas organizadoras para a Universidade Federal do Tocantins – *Campus* Palmas – onde foram aclimatados, eutanasiados e retiradas as brânquias cloacais.

### **Eutanásia e fixação**

Após sexados, os espécimes passaram pela biometria com o auxílio de uma balança digital comum e fita métrica, onde foram retiradas medidas como peso, comprimento máximo da carapaça (CMC), largura máxima da carapaça (LMC), comprimento máximo do plastrão (CMP) e largura máxima do plastrão (CMP), conforme Silveira (2012) e Ribeiro (2012).

O método utilizado para a eutanásia iniciou-se pela dessensibilização com gelo e, após a dessensibilização, a sangria com corte da jugular, separação da carapaça do plastrão, evisceração, toailete e retirada das brânquias cloacais conforme a Resolução CFMV n°1000/2012 (CFMV, 2012). A eutanásia foi feita com autorização do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA/UFT) no Processo n° 23101.002389/20-31.

Posterior a retirada das brânquias cloacais, elas foram seccionadas e armazenada em frascos de vidros com formol tamponado a 10%. Após a fixação em formol, o fixador foi substituído por álcool 70%, onde as amostras permaneceram até o processo de emblocamento para análise histológica.

### **Análise histológica**

Para inclusão em parafina, as amostras foram submetidas a cinco etapas de desidratação em álcool em ordem crescente (álcool 70% - álcool 95% I – álcool 95% II – álcool absoluto I – álcool absoluto II), onde ficaram por 60 minutos em cada uma das etapas. Após a desidratação, as amostras passaram pelo processo de diafanização onde o álcool foi substituído pelo xilol antes da infiltração em parafina. A etapa de diafanização foi realizada com imersão das amostras em xilol I e xilol II por 60 minutos.

Após a diafanização, as amostras foram submetidas a impregnação em parafina líquida. Nesse processo o xilol II foi substituído por parafina líquida a 60°C: o material foi imerso em parafina I e parafina II por 60 minutos. Após essa etapa foi realizado o processo de inclusão em parafina mais cera de abelha a 8%.

Foram feitos blocos para auxiliar no corte durante a microtomia, com o intuito de se obter cortes sem danificar o tecido. A inclusão das amostras das brânquias cloacais foi em parafina com cera de abelha a 8% em moldes de papel, que posteriormente foram fixados em base de madeira.

Os blocos de parafina e amostras obtidos foram refrigerados por 24 horas e desbastados para a remoção da parafina em excesso até a obtenção de toda a superfície do tecido. O material foi desbastado em micrótomo rotativo semi-motorizado modelo RM2245 (Leica, Wetzlar – GER) a 10µm. Posterior aos desbastes foram feitos cortes de 6µm que foram colocados em lâminas com auxílio de formalina a 5% e adesivo de Haupt. As lâminas foram secas e submetidas ao processo de coloração em hematoxilina de Harris e Eosina (HE).

Inicialmente, os cortes histológicos contidos nas lâminas passaram por duas etapas de desparafinização: xilol (xilol I e II), onde permaneceram por 10 minutos em cada, hidratação, em ordem decrescente de álcool (álcool absoluto I – álcool absoluto II – álcool 95% I – álcool 95% II – álcool 70%), onde permaneceram por 1 minuto em cada.

Na sequência, as lâminas foram colocadas em água corrente por 2 minutos e foram submersas em hematoxilina de Harris por dois minutos. Posterior a hematoxilina, as lâminas passaram por dois banhos: em água destilada e diferenciador álcool-ácido (ácido clorídrico a 1%), respectivamente. Após serem retiradas do diferenciador as lâminas ficaram 10 minutos em água corrente. Durante essa etapa foram coradas a parte ácida da célula (núcleo) de roxo-azulado. Em seguida, as lâminas passaram por eosina com intuito de corar a parte básica da célula. As lâminas foram submersas em eosina por um minuto, depois foram banhadas no diferenciador e colocadas em água corrente por 1 minuto. Essa etapa corou os citoplasmas e as fibras do tecido conjuntivo de rosa-alaranjado.

Para a montagem das lâminas permanentes, as lâminas passaram por desidratação, onde foram imersas em ordem crescente de álcool (álcool 70% - álcool 95% - álcool absoluto). Posterior os tratamentos com álcool, as lâminas foram diafanizadas no xilol I por um minuto e depois transferidas

para o xilol II, seguindo até o processo de montagem. A etapa de montagem foi com lamínula sobre a lâmina em meio de bálsamo-do-Canadá (sintético).

Posterior a secagem das lâminas permanentes, elas foram fotografadas em um microscópio óptico nas objetivas de 4x, 10x, 40x e 100x do modelo LeicaDM500, com câmera Leica ICC 50HD acoplada (Leica, Wetzlar-GER) e foram processadas no software específico da Leica LAS EZ versão 3.4.0. Foram arquivadas três fotos de cinco indivíduos, totalizando 15 imagens, e foram mensuradas cada camada histológica (mucosa, submucosa, muscular e serosa) com auxílio do software ImageJ versão 1.54. As medidas do comprimento das camadas histológicas obtidas na morfometria, foram processadas e calculada as médias no Excel.

### Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As amostras fixadas em formol, foram cortadas em tamanhos de 0.2 a 0.4mm de espessura e foi retirado o excesso de formol com água destilada durante 10 minutos. Posterior a retirada do resíduo de formol, as amostras foram colocadas em tampão fosfato por 72 horas. Após esse período, foram lavadas com água ultrapura e colocadas em *eppendorf* de 2.5 ml com água ultrapura por 30 minutos. Posterior, água ultrapura foi substituída por 1000µL de glicerol 16% onde permaneceram por 24 horas.

Após as 24 horas, as amostras foram desidratadas em série alcoólica (álcool 50%, álcool 70% - álcool 90% - álcool 95% - álcool absoluto I – álcool absoluto II) Posterior a desidratação, a amostra foi seca na câmara de ponto crítico com etanol absoluto por 1 hora e 30 minutos, essa secagem trata-se da substituição de etanol líquido por gás CO<sub>2</sub>, sob a temperatura de 0 a 5°C. Após secagem total, as amostras foram fixadas em “*stubs*” e passou por metalização a partir do banho com ouro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados oito espécimes, sendo quatro do Rio Javaés e quatro do Rio Tocantins, totalizando três fêmeas e cinco machos. Os animais do Rio Tocantins apresentaram média 19,2 cm de comprimento, e peso médio de 655,75 gramas. Em contrapartida, os espécimes do rio Tocantins apresentaram média 15,9 cm de comprimento e peso médio de 377,25 gramas. Os espécimes apresentaram os pesos e as medidas de comprimento máximo da carapaça (CMC), largura máxima da carapaça (LMC), comprimento máximo do plastrão (CMP) e largura máxima do plastrão (LMP) conforme a Tabela 01.

Tabela 1 - Dados biométricos dos espécimes de *P. unifilis*.

Sexo	Local	CMC (cm)	LMC (cm)	CMP (cm)	LMP (cm)	Peso (g)
Fêmea	Javaés	17,4	13,2	14,2	9,7	525
Fêmea	Tocantins	15,2	14,8	12,5	11,4	372

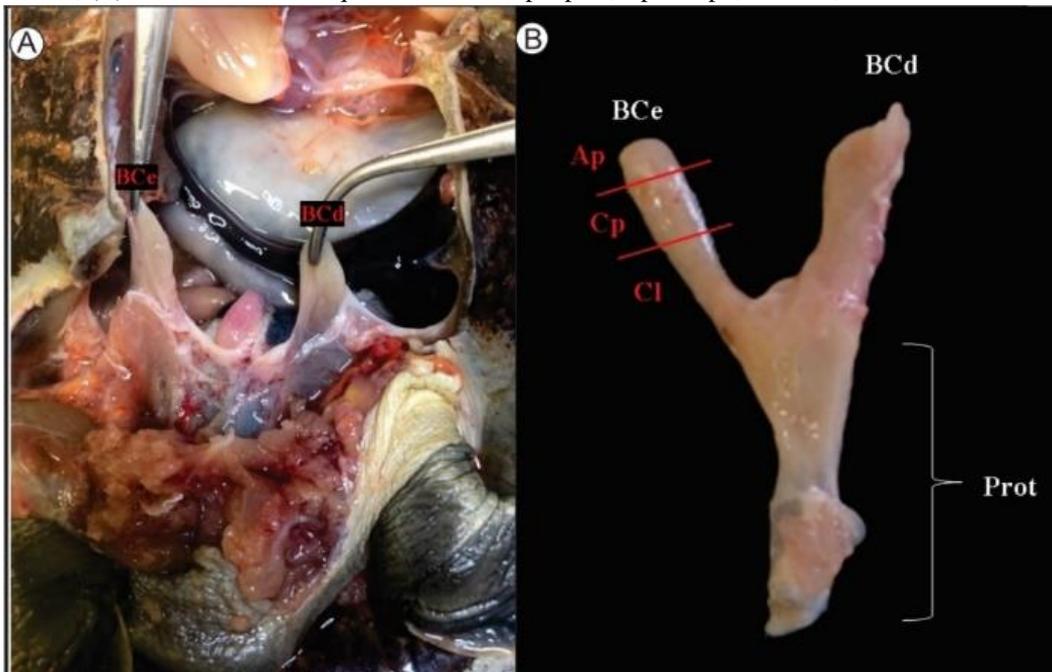
Fêmea	Tocantins	16,5	13,7	13,2	9,2	400
Macho	Javaés	18,9	17,8	13,4	10,4	581
Macho	Javaés	20,2	19	14,6	11,1	744
Macho	Javaés	20,3	19,3	14,6	10,7	773
Macho	Tocantins	16	15,5	12,1	9,2	384
Macho	Tocantins	15,9	14,4	12,4	9,7	353

Fonte: Elaborada pelo autor

Os espécimes coletados se tratavam de juvenis da espécie, tendo em vista que para essa espécie só são considerados adultos os espécimes machos com comprimento da carapaça  $\geq 25$  cm, e para as fêmeas  $\geq 35$  cm (Soares, 2000; Fachín-Terán; Vogt, 2004).

A cloaca dos Testudines é formada por três partes: coprodeu, urodeu e proctodeu que são constituintes do sistema digestório e urogenital. As brânquias cloacais são projeções da parede do proctodeu (Figura 1) e estão inseridas na cintura pélvica, constituindo o sistema urogenital. As brânquias cloacais são divididas em cólo, corpo e ápice (Figura 1B).

Figura 1 - (A) Cintura pélvica com as Brânquias cloacais - BCe: Brânquia cloacal esquerda, BCd: Brânquia cloacal direita; (B) Anatomia das brânquias cloacais - Ap: ápice, Cp: Corpo, Cl: cólo, Prot: Proctodeu



Fonte: Acervo Pessoal

Esse órgão foi descrito nas famílias Pelomedusidae, Emydidae, Chelydrae, Plastysternidae, Chelidae e Podocnemididae (Smith; James, 1958; ROSA, 2008). Outros Testudines com hábitos semiaquáticos da subordem Pleurodira, como *Phrynops geoffroanus* (Cordeiro, 2019) e *Chelus fimbriatus* (Rosa, 2008) apresentaram estruturas iguais anatomicamente, apesar de serem espécies de

gêneros distintos. Acredita-se que essas estruturas são semelhantes devido aos hábitos similares entre as espécies, tendo em vista que esses organismos apresentam hábitos semiaquáticos e possuem locais de ocorrência semelhantes. Além da *P. unifilis*, já foram descritos órgãos semelhantes em mais duas espécies desse gênero: *P. vogli* (Hernandez-Hernão et al., 2013) e *P. expansa* (Rosa, 2008).

As brânquias cloacais são formadas por quatro camadas: a mucosa, submucosa, muscular e a serosa (Figura 2 A e B). Essas camadas foram mensuradas com auxílio do software ImageJ e apresentaram as médias conforme a (Tabela 2). A camada muscular apresentou a maior espessura, após ela foi a mucosa, serosa e submucosa, respectivamente.

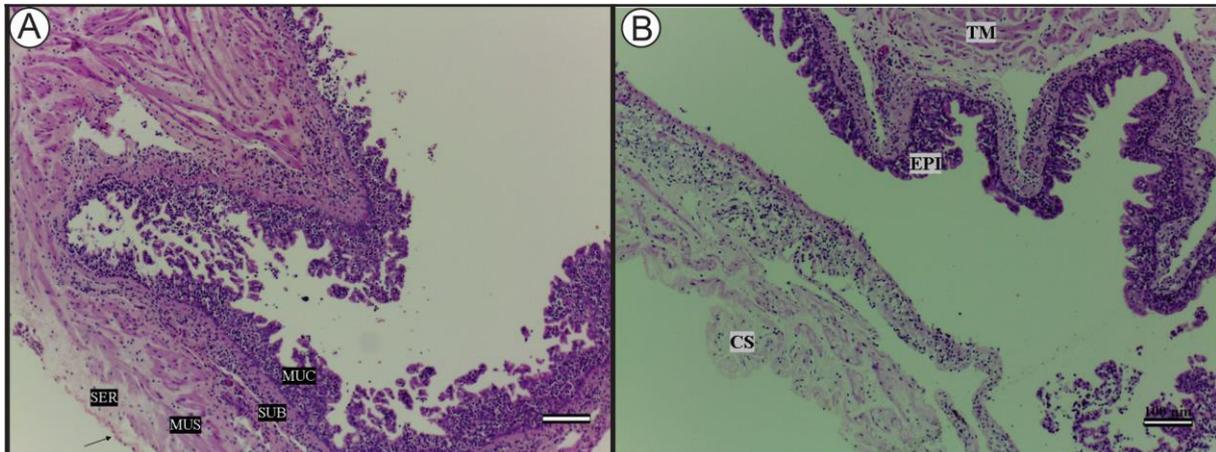
Tabela 2 - Comprimento médio das camadas

	<b>Mucosa</b>	<b>Submucosa</b>	<b>Muscular</b>	<b>Serosa</b>
<b>Média (µm)</b>	146.513	90.313	337.215	98.862

Fonte: Elaborado pelo autor

Por ser um órgão que se expande regularmente, esses órgãos apresentam camada muscular mais desenvolvida, o que o torna essencial para garantir eficiência nas atividades expansíveis, isso devido a necessidade de realizar movimentos como expansão e contração durante a respiração.

Figura 2 - Corte histológico das brânquias cloacais 10x - (A) Camadas histológicas – MUC: Mucosa; SUB: Submucosa; MUS: Muscular; SER: Serosa; → Mesotélio (B) Partes das camadas - TM: Túnica Muscular; EPI: Epitélio; CS: Camada serosa.



Fonte: Acervo pessoal

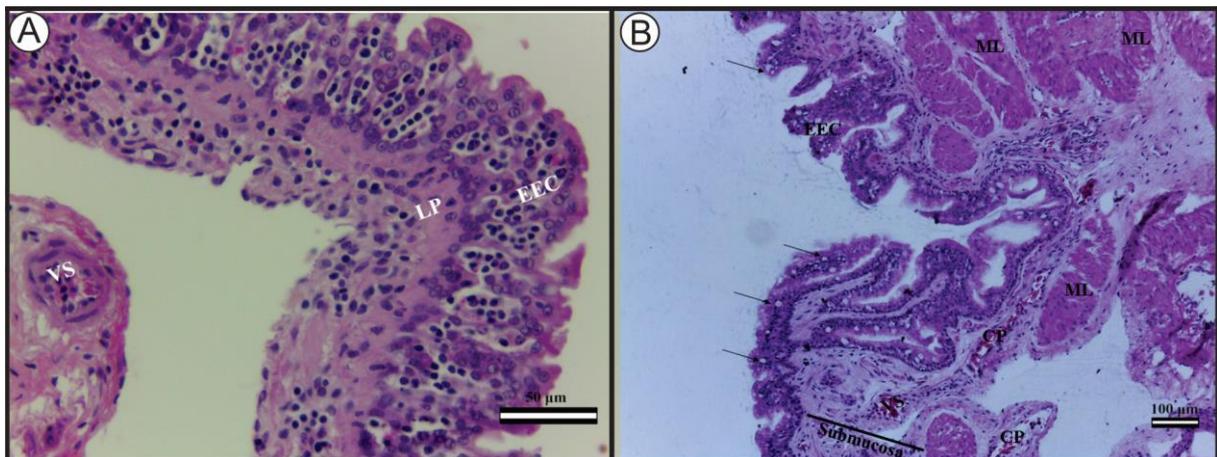
A região da mucosa é composta por células caliciformes e epiteliais, que revestem o órgão. Essa região é constituída por tecido epitelial de revestimento. Esse epitélio é do tipo estratificado cúbico com as células do ápice com formato mais cilíndricos (Figura 3 A). Essa região tem como função absorção e proteção. A região da mucosa é nutrida e sustentada pela lâmina própria que constitui a submucosa.

Hernandez-Henao et. al., (2013) descreveram a anatomia macroscópica e microscópica do sistema urogenital de *P. vogli*, uma espécie do mesmo gênero dos espécimes estudados. As brânquias cloacais da *P. vogli* apresentaram um epitélio cilíndrico simples, o que difere da *P. unifilis* que apresentou epitélio estratificado. Essa diferença pode estar relacionada com os habitats e locais de ocorrência das espécies que apesar de serem do mesmo gênero apresentam hábitos diferentes. Em contrapartida, Cordeiro (2019) descreveu o mesmo epitélio da *P. unifilis* em *P. geoffroanus* (Cágado-de-barbicha), o que corrobora com a hipótese anterior, tendo em vista que o cágado-de-barbicha apresentam hábitos e habitats similares aos espécimes estudados. Essa correlação fortalece a ideia de que as características anatômicas podem estar relacionadas aos ambientes específicos em que essas espécies coexistem.

A *P. vogli* e *P. geoffroanus* podem ser encontradas em grandes rios e lagos, e possuem distribuição geográfica semelhante ocorrendo na região amazônica da Venezuela, Bolívia e Peru (Ferrara et. al., 2017) e nos estados brasileiros do Amapá, Acre, Pará, Maranhão, Tocantins, Goiás, Rondônia e Mato Grosso (Vogt, 2008; Rhodin et al., 2018). Em contrapartida, *P. vogli* apresenta uma distribuição bastante restrita as planícies da bacia do Orinoco na Colômbia e na Venezuela (Rueda et. al., 2007), não ocorrendo em grandes rios tendo preferência em corpos de água pequenos e pouco profundos, águas turvas e com fundo argiloso ou lamacentos com pouca vegetação (Sepúlveda-Seguro, 2020).

A região do submucosa é formado por tecido conjuntivo frouxo e possui a presença de vasos sanguíneos e capilares (Figura 3 B).

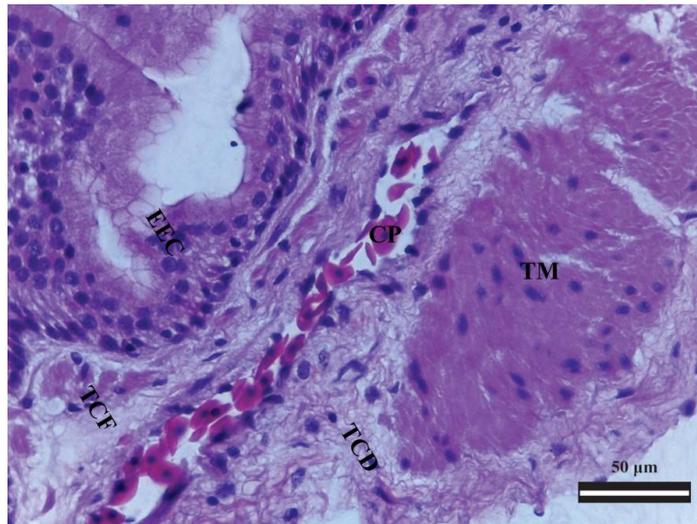
Figura 3 - Corte histológico - 40x (A)EEC: Epitélio estratificado cúbico; LP: Lâmina própria; VS: Vaso sanguíneo. (B) ML: Musculatura lisa; CP: Capilar; VS: Vaso sanguíneo; EEC: Epitélio estratificado simples; → Células caliciformes.



Fonte: Acervo pessoal

A região muscular é constituída por tûnicas musculares que se encontram sobre tecido conjuntivo denso (Figura 04) que oferece resistênça e proteçãõ. Nas suas proximidades pode haver vasos sanguíneos e capilares. Essa camada é importante para deslocar água no interior do órgão. Abaixo da camada muscular, se encontra a camada serosa (Figura 2 B) que delimita o órgão com uma camada de células denominada mesotélio.

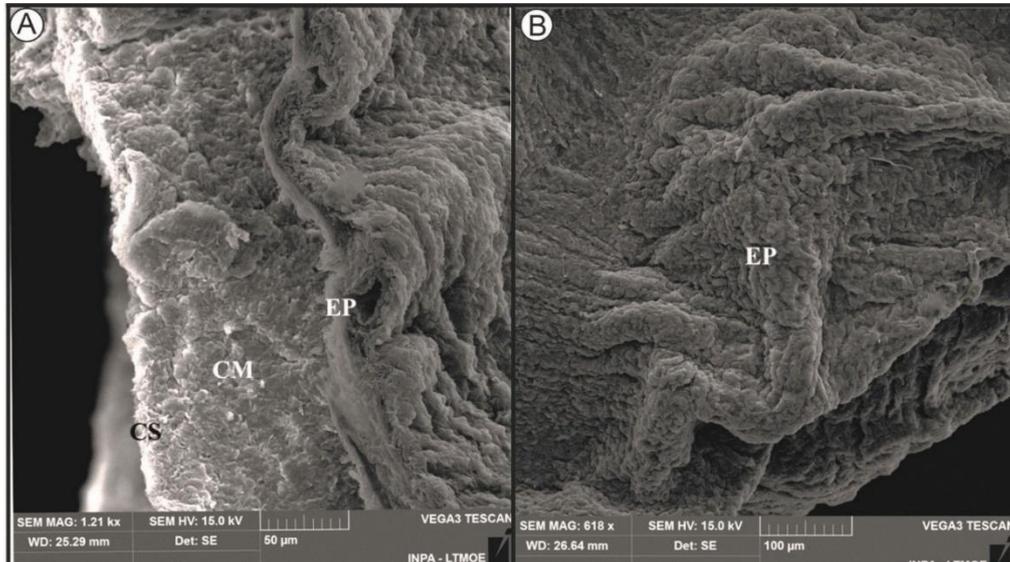
Figura 4 - Corte histológico 40x EEC: Epitélio estratificado cúbico, TCF: Tecido conjuntivo frouxo, CP: Capilar; TCD: Tecido conjuntivo denso, TM: Tûnica muscular.



Fonte: Acervo pessoal

As imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura mostraram a camadas mucosa constituída por tecido epitelial, a camada muscular e a camada serosa (Figura 5 A) corroborando com os dados histológicos obtidos. O órgão apresentou um aspecto enrugado (Figura 5 B), e isso ocorre devido a sua capacidade de aumentar a área de superfície, pois esses enrugamentos do epitélio criam dobras que aumentam seu volume com a entrada de água, melhorando a absorçãõ e reabsorçãõ.

Figura 5 - Imagem Microscopia eletrônica de varredura das brânquias cloacais (A e B) - EP: epitélio; CM: Camada muscular; CS: Camada serosa.



Fonte: Acervo pessoal

## CONCLUSÃO

As brânquias cloacais de *P. unifilis* apresentaram estruturas semelhantes a *P. vogli*, espécie do mesmo gênero, diferindo-se apenas quanto ao tipo de epitélio. Os espécimes estudados apresentaram quatro camadas no tecido das brânquias cloacais: a mucosa (com epitélio estratificado cúbico), a submucosa (com tecido conjuntivo frouxo e presença de capilares e vasos sanguíneos), a camada muscular (com túnicas musculares sobre um tecido conjuntivo denso, com presença de capilares e vasos só que em menor quantidade quando comparado com a submucosa) e a camada serosa. A camada muscular foi a mais espessa, isso se deve a capacidade do órgão de expandir para fazer o deslocamento da água e realizar as trocas gasosas. O órgão estudado segue o padrão de órgão respiratório, sendo ricos em capilares e vasos sanguíneos.

O estudo histológico com animais silvestres proporciona uma visão detalhada da estrutura e função dos tecidos, que auxiliam a compreensão da fisiologia e das adaptações desses organismos ao ambiente, que consequentemente podem auxiliar no manejo e conservação dessas espécies. Torna-se necessário estudos com as brânquias cloacais, tendo em vista que se trata de um órgão respiratório e que o tipo de epitélio pode variar de acordo o ambiente e o ecossistema, e a partir daí é possível identificar adaptações do tecido em função dos fatores ambientais. Além disso, estudos semelhantes a esse podem auxiliar para identificação de patologia ou anormalidades nesses animais, o que pode servir de subsídio para a saúde da população e como possíveis indicadores de ameaças ambientais.

## AGRADECIMENTO

Agradeço aos colaboradores do Laboratório de Anatomia Vegetal e Técnicas Histológicas da UFT *campus* Palmas, principalmente a Técnica do Laboratório Rita de Cássia Batista Silva Turíbio, por todo apoio durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico – CNPq – Brasil, pela bolsa de iniciação científica que tornou possível a realização dessa pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

ATAÍDES, A. G.; SOUSA, H. C. D.; CARMO, J. B.; MALVASIO, A. Avaliação da influência de fatores hidroclimáticos sobre a estrutura populacional de *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) no Rio Formoso, sudeste da Amazônia brasileira. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 111, 2021.

BALESTRA, R. A. M.; VALADÃO, R. M.; VOGT, R. C.; BERNHARD, R.; FERRARA, C. R.; BRITO, E. S.; LUZ, V. L. F. Roteiro para Inventários e Monitoramentos de Quelônios Continentais. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 114-152, 2016.

BRAINERD, E. L. New perspectives on the evolution of lung ventilation mechanisms in vertebrates. **Exp. Biol. On.** V.4; n.2, p. 11-28, 1999.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). **Resolução N° 1000, de 11 de maio de 2012. Procedimentos e métodos de eutanásia em animais.** Disponível em: <http://portal.cfmv.gov.br/lei/index/idq326> Acesso em 20 de agosto de 2023.

CORDEIRO, T. E. F. Aspectos comportamentais e morfo-fisiológicos das trocas gasosas de *Phrynops geoffroanus* (Wagler, 1830) (Testudines: Chelidae). **Tese de Doutorado.** Programa de Biologia Comparada. Universidade de São Paulo. 2019.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R. C. Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. **Phyllomedusa**, v.3, n. 1, p. 29-42, 2004.

Carvalho de Souza, J.; Ribeiro, A. B.; Ferreira Silva, K. L. HISTOLOGIA E MORFOMETRIA DAS BRÂNQUIAS CLOACAIS DE *Podocnemis unifilis* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE). DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, 11(3). [https://doi.org/10.20873.2024\\_v3\\_16](https://doi.org/10.20873.2024_v3_16)

FERRARA, C. R.; FAGUNDES, C. K.; MORCATTY, T. Q.; VOGT, R. C. Quelônios amazônicos: guia de identificação e distribuição. Manaus: **Wildlife Conservation Society Brasil**, 2017. 182 p.

FERRARA, C. R.; VOGT, R. C.; SOUSA-LIMA, R. S.; LENZ, A.; MORALES-MÁVIL, J. E. Sound communication in embryos and hatchlings of *Lepidochelys kempii*. *Chelonian Conservation and Biology: Celebrating 25 Years as the World's Turtle and Tortoise Journal*, v. 18, n. 2, p. 279-283, 2019.

GARSCHAGEN, D. M. Tartaruga. Enciclopédia Barsa. Rio de Janeiro: **Ed. Atlas**, v. 14, p. 474-476, 1995.

GORDOS, M. A; FRANKLIN C. E. Diving behaviour of two Australian bimodally respiring turtles. *Rheodytes leukops* and *Emydura macquarii*, in a natural setting. **Journal of Zoology (London)**. v. 258, p. 335-342, 2002.

HERNANDES-HENAO, W. J.; RODRIGUES-PULIDO, J. A.; ASTWOOD-ROMERO, J. A. Anatomia macroscópica e microscópica del sistema urogenital de la Tortuga sabanera *Podocnemis vogli*, Muller, 1935 (Testudines, Pelomedusidae). **Orinoquia**. v. 17, n.1, p. 120-133, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agro 2017 – Resultados definitivos**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censosagro/index.html> Acesso em 18 de agosto de 2023.

JACKSON, D. C.; RAUER, E. M.; FELDMAN, R. A.; REESE, S. A. Avenues of extrapulmonary oxygen uptake in western painted turtles (*Chrysemys picta belli*) at 10°C. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 139, p. 221-227, 2002.

JÖRGENSEN, C. B. Role of urinary and cloacal bladder in chelonian water economy: historical and comparative perspectives. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, n.73, p.347-366, 1998.

KING, P.; HEATWOLW, H. Non-pulmonary respiratory surfaces of the chelid turtle *Eelseya lattisternum*. **Hepertological Journal**, V.50, p. 262-265, 1994.

MAGALHÃES M.S.; FREITAS, M. D. L.; SILVA, N. B. D.; MOURA, C. E. B. D. Morfologia do tubo digestório da tartaruga verde (*Chelonia mydas*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 676-684, 2010.

MIORANDO, P. S. Ecologia comparada do tracajá, *Podocnemis unifilis* (Testudines: Podocnemididae), em água branca e clara na bacia Amazônica. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca. Universidade Federal do Pará, 2016. 111 p.

PETERS, J. A. **Dictionary of herpetology. A brief and meaningful definitions of words and terms used in herpetology**. Hafner publishing Company, 1964. 426 p.

RHODIN, A. G. J. (org.). Global Conservation Status of Turtles and Tortoises (Order Testudines). **Chelonian Conservation and Biology**, v. 17, n. 2, p. 135-161, 2018.

RIBEIRO, A. B. N. Captura e implicações da pressão antrópicas para o tracajá (*Podocnemis unifilis* Troschel, 1848) na região dos lagos do município de Pracuúba, Amazônia, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Biodiversidade Tropical. Universidade Federal do Amapá. 2012. 81p.

ROSA, M. A. Aspectos anatômicos da cloaca de Testudines. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia. 2008. 32p.

RUEDA-ALMONACID, J. V., MITTERMEIER, R. A., RODRIGUEZ-MAHECHA, J. V., MAST, R. B., RHODIN, A. G. J., DE LA OSSA, J., RUEDA, J. N., MITTERMEIER, C. G. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo No. 6. **Conservación Internacional**. Bogotá: Editorial Panamericana, 2007, p. 537.

SEPÚLVEDA-SEGURO; A. M., PÁEZ, V. P.; GÓMEZ-RINCÓN, M. T.; MORALES-BETANCOURT, M. A.; LASSO, C. A. Assessmet of population characteristics and habitat use of *Podocnemis vogli* (Muller 1935) during a reproductive season at the Bojonawi private nature reserve (Vichada Department, Colombia). **Revista Latinoamericana de Herpetologia**, v. 3, n.2, p. 83-94, 2020.

SHAFFER, H. B. Turtles (Testudines). **The timetree of life**, v. 398, p. 401, 2009.

SILVA, L. A. G. C. **Biomias presentes no estado do Tocantins**. Consultoria Legislativa Nota Técnica Câmara dos Deputados, Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2007. p. 9.

SILVEIRA, M. L.; HARTMANN, M. T.T.; BAGER, A. Biometria, razão sexual e dimorfismo sexual de *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines, Emydidae) em um açude no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 187-193, 2012.

SMITH, H. M.; JAMES, L. F. The taxonomy significance of cloacal brusae in turtles, **Transactions of the Kansas Academy of Science**, v.61. 86-96. 1958.

SOARES, M. F. G. S. Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis* (Testudinata, Pelomedusidae) no rio Guaporé, Rondônia, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Brasil. 2000, p. 53.

STONE, P. A.; DOBIEE, J.L.; HENERY, R. P. Cutaneous surface área and bimodal respiration in soft-shelled (*Trionyx spiniferus*), stinkpot (*Sternotherus odoratus*), and mud turtles (*Kinosternin subrubrum*). **Physiological Zoology**, v.65, p.311-330, 1992.

UCAMBIENTAL. **Unidades de Conservação no Brasil**. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/#pesquisa>. Acesso em 18 de agosto de 2023

UETZ & HOSEK. **The Reptile Database**. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/>. Acessado em 21 de junho de 2023.

Van DIJK, P.P.; IVERSON, J.; RHODIN, A.; SHAFFER, H.; BOUR, R. Turtle Taxonomy Working Group. Turtle of the world. 7th Ed. Annotated Checklist of taxonomy, synonym. Distribution with maps and Conservation Status. **Chelonian Research Monographs**, n. 5, v. 7, p. 329-479, 2014.

VANZOLINI, P. E. On the eggs of Brazilian *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae). **Boletim do Instituto de Biociências**, p. 3-17, 2001

VOGT, R. C. **Tartaruga da Amazônia**. Lima, Peru, 2008. 104 p.

ZUG, G. R; VITT, L.J. & CALDWELL, J.P. **Herpetology, na introductory biology of amphibians and reptiles. Second edition**. San Diego, USA, Academic press. 2001.

