



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

CRISTIANA FIGUEREDO RODRIGUES

**MORFOHISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DA ESPÉCIE *Pseudotylosurus
microps* (GUNTHER, 1866) (OSTEICHTHYES; BELONIDAE) NA BACIA DO RIO
TOCANTINS**

Porto Nacional, TO

2023

CRISTIANA FIGUEREDO RODRIGUES

**MORFOHISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DA ESPÉCIE
PSEUDOTYLOSURUS MICROPS (GUNTHER, 1866) (OSTEICHTHYES;
BELONIDAE) NA BACIA DO RIO TOCANTINS**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dr^a. Elineide Eugênio Marques

Porto Nacional, TO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R696m Rodrigues, Cristiana Figueredo.
Morfologia do trato digestório da espécie *Pseudotylorus Microps* (Gunther, 1866) (Osteichthyes; Belontiidae) na bacia do rio Tocantins. / Cristiana Figueredo Rodrigues. – Porto Nacional, TO, 2023.
31 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Ciências Biológicas, 2023.
Orientadora : Elineide Eugênio Marques
1. Peixe. 2. Anatomia. 3. Histologia. 4. Ecologia. I. Título

CDD 570

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CRISTIANA FIGUEREDO RODRIGUES

**MORFOHISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DA ESPÉCIE
PSEUDOTYLOSURUS MICROPS (GUNTHER, 1866) (OSTEICHTHYES;
BELONIDAE) NA BACIA DO RIO TOCANTINS**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Porto Nacional Curso de Ciências Biológicas foi avaliado para a obtenção do título de bacharel e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 04 / 12 / 2023

Banca Examinadora

Dr^a. Elineide Eugênio Marques, Orientadora

Dr^a. Ana Beatriz Nunes Ribeiro, Universidade do Estado do Amapá

Prof. Dr^a. Kellen Lagares Ferreira Silva, UFT

MSc. Andréa Lorena Neuberger, Embrapa Pesca e Aquicultura

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por toda a força concedida durante este processo desafiador. A mim, que nunca desisti, mesmo diante das dificuldades enfrentadas ao longo do caminho.

Agradeço aos meus pais, minha eterna fonte de inspiração e força para continuar. Agradeço aos meus irmãos e sobrinhos, que, mesmo sem perceber, foram minha fonte de sorrisos nos dias menos favoráveis. Amo vocês demais!

Expresso minha profunda gratidão à minha maravilhosa orientadora, Dra. Elineide Eugênio Marques, uma mulher incrível, que não só desempenhou o papel de professora, mas também se tornou uma grande amiga. Agradeço pela atenção, conselhos, paciência, apoio e ensinamentos ao longo de toda a minha graduação. Foi uma jornada incrível caminhar ao seu lado!

Agradeço às minhas amigas, Agnália, Bruna e Brenda, por estarem comigo em todos os momentos durante a graduação. Com vocês, vivi momentos inesquecíveis, recebi apoio e compartilhei o peso desse processo. Obrigada por tudo! Também agradeço às minhas amigas Maria Júlia, Tailane, Adrielly, Letícia e à nossa princesa Liz por estarem sempre comigo, tornando meus dias mais leves com nossas conversas e saídas aleatórias. Todas vocês são pessoas incríveis que levarei para sempre em meu coração.

Um agradecimento especial ao meu namorado Alan, sempre presente, cuidadoso e confiante em minha capacidade. Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, pelo apoio constante, pelos sorrisos que iluminam meus dias e por incentivar-me nesta jornada. Sou muito feliz por ter você ao meu lado. Te amo!

Quero expressar minha gratidão ao Jonatas por toda a ajuda em meu trabalho. Sua contribuição foi crucial, e além disso, ganhei um amigo.

Agradeço ao Laboratório de Técnicas Histológicas e Anatomia Vegetal (UFT/PGCiamb) que contribuiu com a infraestrutura e o apoio técnico para a realização da parte prática.

Agradeço a todos os professores do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins.

Por fim, estendo meu agradecimento a todos que, de alguma forma, contribuíram ao longo desta jornada. Vocês fazem parte do meu percurso e são parte fundamental do meu crescimento. Muito obrigado!

RESUMO

Pseudotylorus microps é uma espécie de médio porte conhecida popularmente como peixe agulha. Está distribuída nas bacias do Amazonas e do Paraná. É uma espécie piscívora, sem estômago definido, solitária e veloz, que apresenta hábitos epipelágicos. Esse estudo teve como objetivo descrever a anatomia e histologia do trato digestório, visando contribuir com o conhecimento de sua morfologia e funcionamento. Para isso observou-se a morfologia externa e interna do trato digestório - posição da boca, dentição oral, língua, faringe, arcos branquiais, forma do estômago, esôfago, intestino. Para a caracterização histológica foram utilizados cortes histológicos corados com hematoxilina-eosina. Os resultados mostraram que o sistema digestório de *P. microps* é um tubo oco composto pelo esôfago e intestino, sem estômago definido. O esôfago é revestido por epitélio estratificado pavimentoso com uma camada muscular que se estende por toda a sua extensão. A morfohistologia do intestino se distingue nas partes médias e posterior. Na parte média foram observadas quatro camadas mucosa, submucosa, muscular e serosa, com a presença de glândulas que se assemelham com as criptas de Lieberkühn e vilosidades que são revestidas por epitélio simples cilíndrico, com presença de células caliciformes e microvilosidades. O intestino posterior (reto) é composto por epitélio colunar com uma maior quantidade de células caliciformes. O trato digestório de *P. microps* condiz com o seu hábito alimentar piscívoro, com características histológicas que retratam na adaptação à ausência do estômago.

Palavras-chaves: Peixe. Anatomia. Histologia. Alimentação. Ecologia.

ABSTRACT

Pseudotylosurus microps is a medium-sized species commonly known as needlefish. It is distributed in the Amazon and Paraná River basins. This piscivorous species lacks a well-defined stomach, is solitary, and swift, exhibiting epipelagic habits. The objective of this study was to describe the anatomy and histology of the digestive tract, aiming to contribute to the understanding of its morphology and function. The external and internal morphology of the digestive tract was observed, including the position of the mouth, oral dentition, tongue, pharynx, gill arches, stomach shape, esophagus, and intestines. Histological characterization was achieved using hematoxylin and eosin-stained histological sections. The results revealed that the digestive system of *P. microps* is a hollow tube composed of the esophagus and intestine, without a well-defined stomach. The esophagus is lined with stratified squamous epithelium and a muscular layer that extends throughout its length. The morphohistology of the intestine differs in the middle and posterior parts. In the middle section, four layers—mucosa, submucosa, muscular, and serosa—were observed, along with gland-like structures resembling Lieberkühn's crypts and villi lined with simple columnar epithelium, featuring goblet cells and microvilli. The posterior intestine (rectum) consists of columnar epithelium with a higher abundance of goblet cells. The digestive tract of *P. microps* aligns with its piscivorous feeding habits, displaying histological features that reflect adaptation to the absence of a stomach.

Key-words: Fish. Anatomy. Histology. Feeding.. Ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Localização do local de coleta: Reservatório de lajeado, município de Porto Nacional – TO (círculo).	13
Figura 2- Local de coleta com a rede de espera (A); Lanterna utilizada para atrair os peixes. 14	
Figura 3- <i>Pseudotylosurus microps</i> (A) e trato digestório exposto após a dissecação (B) 15	
Figura 4 -Vista lateral da boca aberta de <i>Pseudotylosurus microps</i> (A) e dentes pontiagudos na mandíbula e maxila (B).....	18
Figura 5- Arcos branquiais e rastros branquiais em <i>Pseudotylosurus microps</i>	19
Figura 6- Tubo digestório de <i>Pseudotylosurus microps</i> evidenciando: A. as três seções (E = esôfago; INT = intestino e R = intestino posterior). e B. demonstrando a ausência de cecos pilóricos e a localização do esôfago curto (E), fígado (F), intestino (INT), reto.....	20
Figura 7- Esôfago de <i>Pseudotylosurus microps</i> revestido por epitélio estratificado não pavimentoso (seta) e camada muscular bem desenvolvida (CM) composta por músculo liso com camada circular interna e longitudinal externa. Coloração H&E.....	21
Figura 8- Intestino de <i>Pseudotylosurus microps</i> . A: Visão geral com o lúmen (*), camada mucosa (1), submucosa (2), camada muscular (3) e camada serosa (4) (Coloração H&E 4x); B: Em detalhe a camada da submucosa (2), camada muscular (3), camada serosa (4), vilosidades (V), glândulas (Gl), lâmina própria (LP). Coloração H&E.	22
Figura 9- Vilosidades no intestino de <i>Pseudotylosurus microps</i> . Tecido epitelial simples cilíndrico (TE), Células caliciformes (*), células cilíndricas do epitélio () e microvilosidades (seta). Coloração H&E.....	23
Figura 10- Intestino posterior (reto) de <i>Pseudotylosurus microps</i> . A: Visão geral do reto com o lúmen (L). B: Em detalhe a camada da mucosa (1), camada da submucosa (2), camada muscular (3), epitélio simples cilíndrico (seta vermelha) e células caliciformes (seta preta). Coloração H&E.....	23

Lista de Tabelas

Tabela 1- Medidas morfométricos de <i>Pseudotylosurus microps</i> (N=11).	17
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos	12
3 METODOLOGIA.....	13
3.1 Área de estudo e coleta:	13
3.2 Coleta de informações para a descrição morfológica do trato digestório	14
3.3 Coleta e preparo do material para a análise histológica do trato digestório.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Cavidade Bucal.....	17
4.1.1 Boca e Dentes	17
4.1.2 Arcos branquiais	18
4.2 Descrição do Tubo Digestório.....	19
4.3 Descrição Histológica do Tubo Digestório.....	20
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O ambiente aquático abriga uma grande diversidade de vida. Os peixes fazem parte desse ecossistema, e são considerados como um dos grupos de vertebrados mais adaptados a essas condições. Eles desenvolveram inúmeras adaptações no sistema digestório para a ingestão, digestão e absorção de uma ampla variedade de alimentos (BALDISSEROTO, 2009; NELSON, 2016). Essas adaptações têm relação com tipo de alimento que compõe a dieta, o habitat em que vivem, e sua capacidade de adaptação a mudanças ambientais. Através disso, as espécies de peixes podem ser classificadas de maneira geral em diversas categorias, como carnívoras, planctívoras, herbívoras, frugívoras, iliófagas, onívoras, detritívoras, entre outras (BALDISSEROTTO, 2009; CASTAGNOLLI, 1992).

O trato digestório dos peixes geralmente é constituído por um tubo que se estende da boca ao ânus e pode ser subdividido em várias regiões, incluindo a cavidade bucal, esôfago, estômago, intestino e reto (ROTTA, 2003). Estas podem se distinguir quanto as suas características, tanto morfológica quanto histológica e fisiológica. Por este motivo estudos buscam correlacionar as amplas variações anatômicas e histológicas do trato digestório de peixes, com sua dieta (CASTRO, 2002; SEIXAS FILHO, 2000; SOUZA, 2018; CAL, 2006; MAKINO, 2010). Apesar do avanço no conhecimento da biologia de peixes, os estudos de morfologia e histologia de peixes nativos ainda são escassos. Essas pesquisas, quando são direcionadas ao sistema digestório contribuem para o conhecimento da anatomia, histologia e ecologia alimentar das espécies (ROTTA, 2003).

Os peixes do gênero *Pseudotylosurus* são pouco apreciados para consumo, mas são capturados acidentalmente nas redes de pesca. Suas espécies estão distribuídas nas bacias Amazônica e do Paraná. Têm o corpo fino e alongado, se distinguindo facilmente das demais espécies de água doce. São peixes solitários, velozes e que vivem em grandes massas d'água (LOVEJOY; ARAÚJO, 2000). Além disso, exibem hábitos epipelágicos, sendo capturados próximo à superfície da água, conforme descrito por Freitas et al. (2009). Eles também são caracterizados por serem migradores de curta distância, não apresentando cuidado parental e tendo um processo de fecundação externa (NEUBERGER et al., 2009).

A espécie *Pseudotylosurus microps* é conhecida popularmente como peixe agulha, pertence ao clado Actinopterygii, ordem Beloniformes e família Belontiidae. A família é representada por pelo menos 10 gêneros e 32 espécies nos oceanos e águas doces do

mundo (Collette, 1974b). Morfologicamente, eles possuem mandíbulas e corpos bem alongados, que se assemelham a uma flecha devido às suas barbatanas anais e dorsais, que se parecem com penas, semelhantes às encontradas em uma flecha. Além disso, apresentam o corpo alongado, com nadadeiras dorsal e anal posicionadas posteriormente, uma nadadeira pélvica com seis raios e maxilas finas e compridas, com dentes grandes cônicos. O seu tamanho é variável, os machos podem atingir até 22,6 cm enquanto as fêmeas são relativamente maiores e atingem 27,5 cm (COLLETTE, 1974a; GOULDING; CARVALHO, 1984; SANT'ANNA, 2011).

Segundo Silvano (2020) *P. microps* é uma espécie piscívora que tem um comportamento de caça singular. Quando atacam uma presa, eles se colocam em posições em ângulo reto à presa, curvam o corpo e, em seguida, estoura na direção da presa. É um predador e, portanto, tem papel fundamental no controle da estrutura e da abundância de populações de peixes desempenhando um papel significativo nos ecossistemas aquáticos (PIANA et al., 2006; NOWLIN et al., 2006).

Diante disso, esse estudo tem como objetivo analisar a anatomia e histologia do trato digestório de *P. microps*, visando contribuir com o aprofundamento do conhecimento dessa espécie.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente estudo tem como objetivo compreender a anatomia e histologia do trato digestório da espécie *Pseudotylosurus microps*.

2.2 Específicos

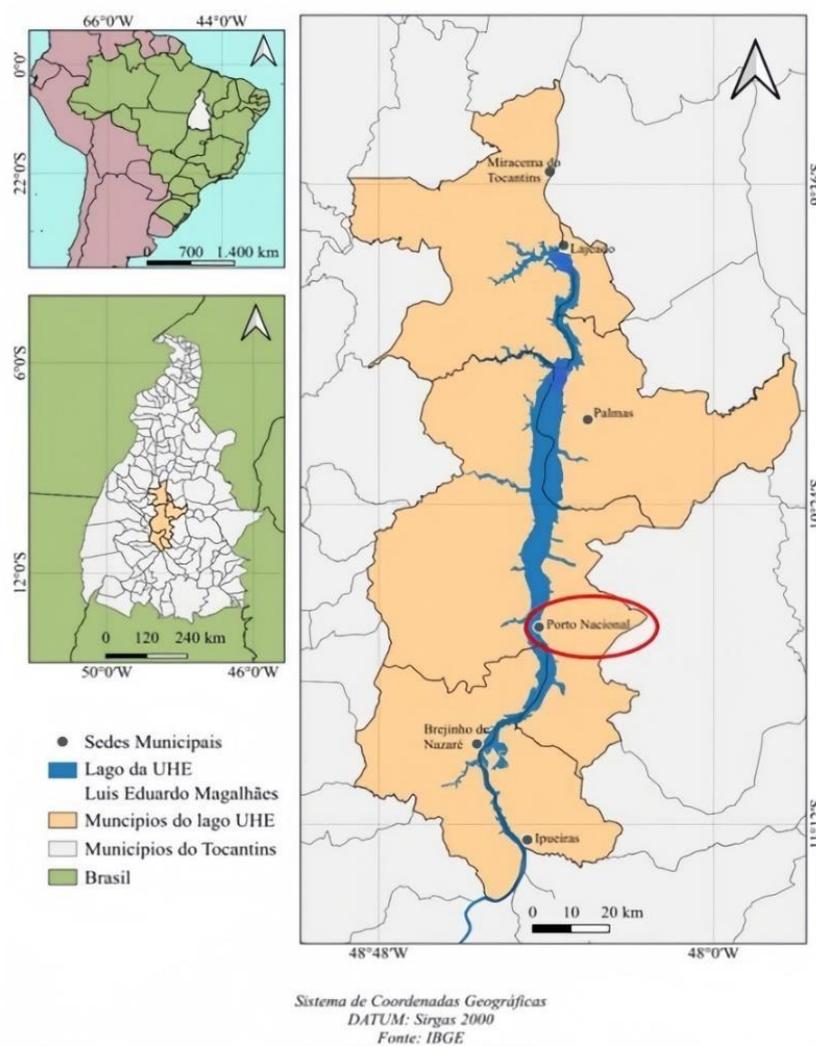
- Descrever a anatomia do trato digestório.
- Descrever as estruturas microscópicas do trato digestório.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo e coleta:

A coleta dos espécimes de *P. microps* foi realizada no município de Porto Nacional, na zona intermediária do Reservatório da Usina Luís Eduardo Magalhães, também conhecido como Reservatório do Lajeado, à cerca de 100 km à montante da barragem, situada em Miracema do Tocantins e Lajeado, no rio Tocantins (Figura 1). O reservatório possui um comprimento aproximado de 130 km, entre os municípios de Miracema e Lajeado, ao norte, e Brejinho de Nazaré e Ipueiras, ao sul, no estado do Tocantins (INVESTCO, 2002).

Figura 1 - Localização do local de coleta dos exemplares de *Pseudotylorus microps* no reservatório de Lajeado, município de Porto Nacional – TO (círculo).



Fonte: Acervo pessoal (2023).

As coletas dos peixes foram realizadas em março de 2023, acompanhando as pescarias de um pescador profissional que atua em Porto Nacional, que utilizava redes de espera para as capturas e uma lanterna para atrair os peixes para a rede (Figura 2).

Figura 2- Coleta de exemplares de *Pseudotyloturus microps* com a rede de espera (A) e o uso de lanterna para atrair os peixes durante a coleta (B).



Fonte: Acervo Pessoal (2023).

Os exemplares capturados, foram acondicionados em gelo para evitar a degradação dos tecidos. No laboratório, os espécimes foram observados e medidos antes da coleta dos dados de morfo-anatômicos e do material para histologia.

3.2 Coleta de informações para a descrição morfológica do trato digestório

Para a descrição morfológica macroscópica do trato digestório foram feitas observações da posição da boca, presença e tipos de dentes e arcos branquiais. Foi feita uma dissecação por meio de uma incisão na cavidade abdominal dos exemplares no sentido longitudinal, partindo do poro anal até a cabeça, para ser exposto o trato digestório. Esse foi observado *in loco* e fotografado (Figura 3)

O comprimento dos animais e do intestino foram tomados para o cálculo do coeficiente intestinal, que expressa o comprimento relativo do intestino em relação ao comprimento do corpo estimado pela expressão: $CI = Ci/Ct$, sendo CI o coeficiente ou índice intestinal; Ci o comprimento do intestino, em centímetros; e Ct o comprimento total do exemplar em centímetro (BÉRTIN, 1958).

Figura 3- Um exemplar de *Pseudotylorus microps* (A) e visão geral do trato digestório exposto após incisão abdominal (B).



Fonte: acervo pessoal (2023).

3.3 Coleta e preparo do material para a análise histológica do trato digestório

Para fins de análise histológica, os órgãos do sistema digestório de *P. Microps* foram retirados e porções em torno de 10 mm e foram direcionadas para fixação em Bouin, é realização de cortes histológicos na parte proximal (esôfago), mediana (intestino) e posterior (intestino posterior) do tubo.

O fixador Bouin é composto pela mistura de formalina, ácido pícrico e ácido acético (SILVEIRA, 2006). Ele é um excelente fixador para estruturas de tecidos moles, possuindo uma capacidade de preservação sem causar perda de camadas. Além disso, possui uma rápida ação na fixação sendo uma escolha eficaz para estudos histológicos mantendo as estruturas dos tecidos.

As amostras permaneceram no Bouin por 24 horas. Na sequência foram lavadas com água corrente e álcool 70% até ser retirado o excesso do fixador, com redução da coloração amarelada, característica do fixador. As peças foram desidratadas usando uma série de alcoólica (álcool 70% - álcool 95% I – álcool 95% II – álcool absoluto I – álcool absoluto II) e diafanizadas com imersão do tecido em xilol (xilol 100% I – xilol 100% II). Após esse processo, os tecidos foram incluídos em parafina, com o objetivo de ter um bloco pra auxiliar no corte no processo de microtomia. Os blocos foram resfriados por

um período de 24 horas, depois esses blocos foram microseccionados a 0,5 e 0,6 μm . Os cortes foram fixados em lâminas de vidro usando adesivo de Haupt e formalina a 5%, sendo aquecidos a 60°C para a expansão dos cortes e secas em temperatura ambiente. No total foram preparadas dezoito lâminas, as quais foram submetidas ao processo de coloração de Hematoxilina de Harris e Eosina (SILVEIRA, 2006), com adaptação das técnicas histológicas de rotina.

No processo de coloração as lâminas foram hidratadas em xilol (xilol I e II 100%) por 10 minutos cada, em seguida foram colocados em álcool (álcool absoluto I – álcool absoluto II – álcool 95% I – álcool 95% II – álcool 70%), por 1 minuto em cada etapa. Após a hidratação, as lâminas foram colocadas em água corrente por 2 minutos. Em seguida, foram submetidas à coloração com Hematoxilina de Harris por 7 minutos, seguida por um banho em água corrente por 10 minutos. Posteriormente, as lâminas foram colocadas em Eosina por 20 minutos, passaram pelo diferenciador e foram colocadas em água corrente por 1 minuto.

As lâminas confeccionadas foram analisadas e fotografadas com microscópio óptico, modelo Leica DM500 com câmera Leica ICC50 HD acoplada (Leica, Wetzlar-GER) e foram processadas em software específico no Laboratório de Técnicas Histológicas e Anatomia Vegetal (UFT/PPGCiamb).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados 11 espécimes de *P. microps* com comprimento médio de 42,3 cm, variando entre 39,3 cm e 44,9 cm (Tabela 1).

A média do coeficiente intestinal (CI) foi de 0,42 (n=11; desvio padrão \pm 0,53), variando de 0,47 e 0,53, o que indica que o intestino representa cerca de 47% do comprimento do animal em média. Os valores obtidos se aproximam daqueles obtidos para o pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, de 0,45 a 0,48, e são menores que os de traíra *Hoplias malabaricus*, de 0,78, ambas com dieta a base de peixes (Gonçalves et al., 2013).

Tabela 1- Medidas morfométricos de *Pseudotylosurus microps* (N=11).

Parâmetro	Mínimo, cm	Máximo, cm	Média, cm	Desvio Padrão
Comprimento Total	39,3	44,9	42,2	1,8
Comprimento Padrão	36,7	42,5	39,7	1,7
Boca: Altura / Largura)	9,4 / 1,1	10,4 / 1,2	10,1 / 1,2	0,3 / 0,1
Comprimento do Intestino	17,4	22,9	20,2	2,0

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4.1 Cavidade Bucal

4.1.1 Boca e Dentes

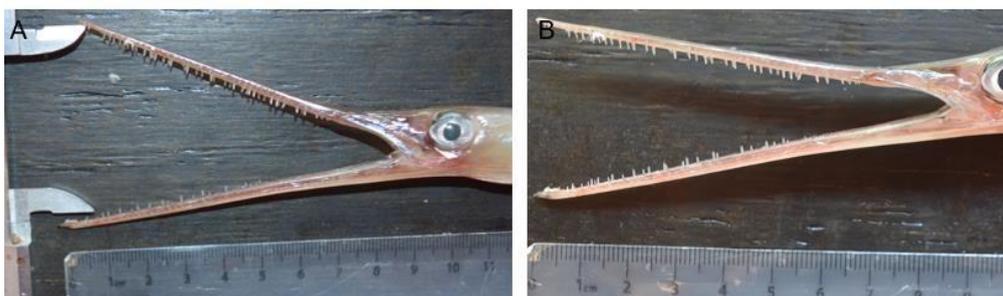
A boca de *P. microps* possui maxila e mandíbulas alongadas, com uma abertura extensa, em média 10,1 cm, variando entre 9,6 e 10,4 cm de altura, e largura média de 1,16 cm, variando de 1,1 a 1,2 cm de largura. Segundo Rotta (2003), existem dois tipos de bocas que podem ser facilmente identificadas, que estão associadas aos diferentes tipos de hábitos alimentares dos peixes. Uma delas é a boca com uma grande abertura, que se estende até os lados da cabeça que são observadas em peixes carnívoros, a outra boca de abertura pequena, característica de peixes planctófagos, herbívoros e bentônicos.

Além disso, De Azevedo e Fischer (2010), destacam que existem algumas adaptações presente em alguns teleósteos, como a boca alongada, que é resultado do aumento do comprimento do osso hiomandibular e a extensão lateral dos ossos operculares. Essas adaptações possibilitou um alargamento da cavidade da boca e das brânquias, uma característica compartilhada por outros peixes da ordem Beloniformes (ASCHLIMAN, TIBBETTS; COLLETTE, 2005). A abertura ampla, mas de largura estreita da boca de *P. microps* está intimamente relacionada à dieta e ao comportamento

alimentar. Eles são piscívoros que se alimentam de peixes pequenos próximo à superfície durante a noite, capturando suas presas com facilidade, além disso, os belonídeos são os únicos peixes pelágicos a apresentar natação anguiliforme (MONTEIRO et al., 2009; SANT'ANNA, 2011).

Os dentes de *P. microps* são numerosos, pequenos e pontiagudos, distribuídos de no maxilar superior e na mandíbula (Figura 4). Essa característica é comum nas espécies da família Belonidae, neles são encontrado um bico longo formado pelo alongamento das maxilas contendo vários dentes pequenos e afiados (DE ARAÚJO; DE OLIVEIRA; CAMPOS, 2006).

Figura 4 -Vista lateral da boca aberta de *Pseudotyllosurus microps* (A) e dentes pontiagudos na mandíbula e maxila (B).



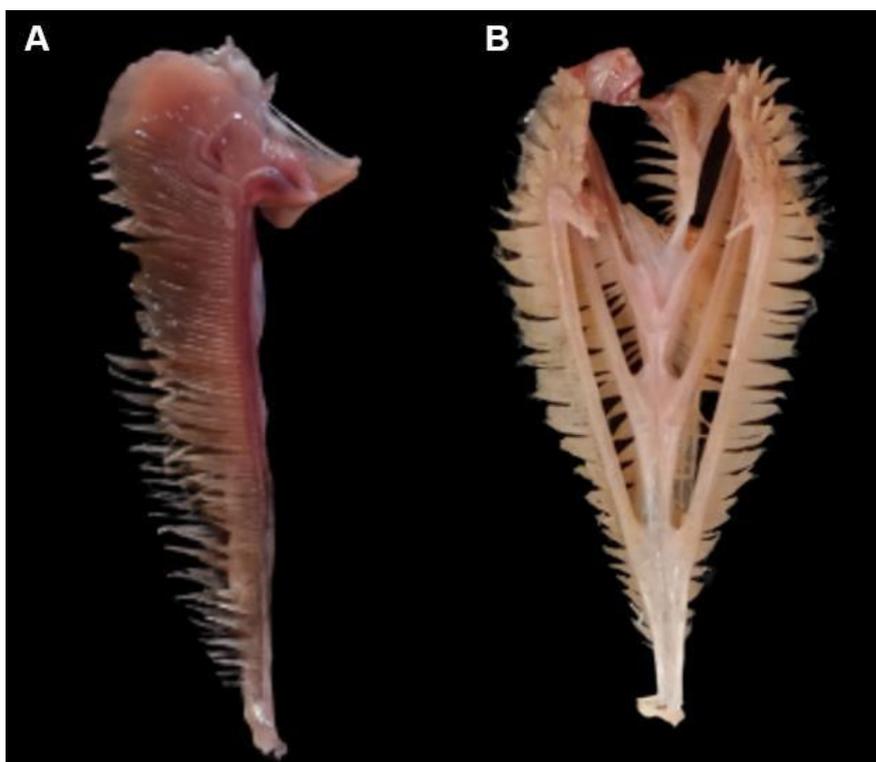
Fonte: Acervo pessoal (2023)

4.1.2 Arcos branquiais

Em *P. microps* os oito arcos branquiais estão dispostos em quatro pares na cavidade bucal, delimitando a região da faringe, com tamanho médio de 2,1 a 2,3 cm (Figura 5b). Cada brânquia é composta por quatro arcos branquiais, que têm uma estrutura cartilaginosa e servem de suporte para os filamentos presentes na cavidade opercular (CAROLLA; RIBEIRO; PINTO, 2022; MACIEL, 2006).

Os peixes possuem modificações nos arcos branquiais, conhecidas como rastros branquiais, as quais variam de acordo com os hábitos alimentares da espécie (ROTTA, 2003), mas em *P. microps* os rastros branquiais estão ausentes. Em vez disso, os dentes pequenos e numerosos na mandíbula e maxila contribuem na apreensão da presa que deve deslizar rapidamente para o trato digestório. Na passagem pelo esôfago, com musculatura circular espessa, as presas provavelmente são “prensadas” para facilitar a digestão no intestino.

Figura 5- Arcos branquiais e rastros branquiais em *Pseudotylosurus microps*.



Fonte: Acervo pessoal (2023)

4.2 Descrição do Tubo Digestório

O tubo digestório de *P. microps* consiste em um único tubo reto, no qual não se distingue a presença de um estômago definido. O esôfago dos teleósteos é descrito como o segmento do tubo digestivo que conecta a faringe ao estômago (ALABSSAWY; KHALAF-ALLAH; GAFAR, 2019), em *P. microps* o esôfago se abre diretamente para o intestino, o que resulta na divisão do tubo digestório em três seções distintas - esôfago, intestino e intestino posterior - com ausência de e cecos pilóricos (Figura 6b).

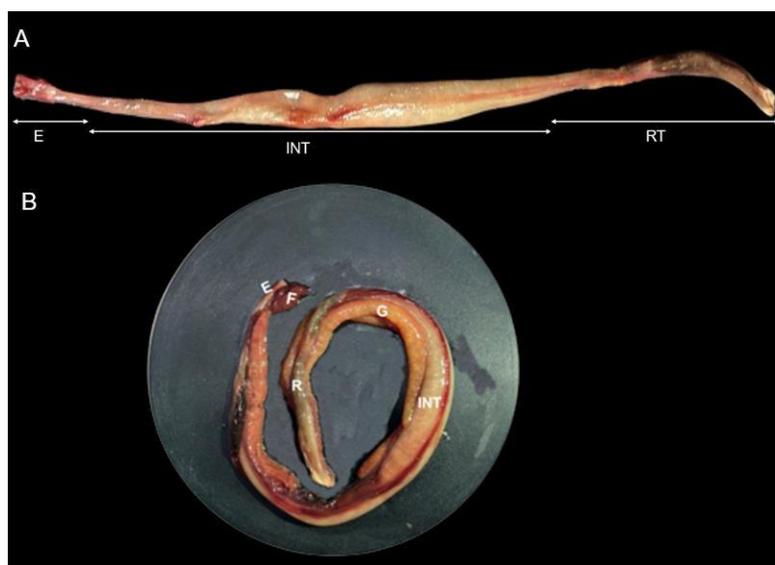
O esôfago é curto, com parede espessa e musculosa, localizando-se logo após a faringe. À medida que se aproxima do intestino nota-se um afinamento da parede e um alargamento do intestino que volta a diminuir próximo ao ânus, provavelmente relacionado à quantidade de alimento presente no tubo digestório no momento da coleta do animal (Figura 6a).

Segundo Junqueira e Carneiro (2008) o trato digestório é dividido em cavidade oral, esôfago, estômago, intestino, reto e ânus, com função de adquirir através dos alimentos ingeridos moléculas essenciais para a manutenção, crescimento e outras necessidades energéticas do organismo. Entretanto nos peixes observa-se uma grande diversidade de

formas de estômagos, algumas famílias como Cyprinidae, Scaridae, Blennidae e Belonidae apresentam estômago ausente (WILSON; CASTRO, 2010). A espécie *P. microps* demonstra essas características, apresentando um tubo digestório reto sem a presença de estômago.

Day et al. (2011) relataram que é difícil entender como os peixes sem estômago digerem os alimentos, especificamente para os carnívoros que dependem da absorção de proteínas nas suas dietas, mas apesar dessa ausência isso não afeta a capacidade digestiva desses peixes. Manjakasy (2009), diz que o intestino dos peixes-agulha desempenha funções do estômago ausente, compensando assim sua ausência ao assumir tarefas digestivas semelhantes às do estômago, presente em outras espécies. A presença de musculatura lisa bem desenvolvida é uma adaptação que facilita a movimentação, digestão e o transporte dos alimentos pelo sistema digestório, assim compensando a ausência de estômago nessa espécie. Entretanto, estudos futuros são necessários para compreender o processo de digestão nessa espécie.

Figura 6- Tubo digestório de *Pseudotylosurus microps* evidenciando em A, as três seções (E = esôfago; INT = intestino e R = intestino posterior) e em B demonstrando a ausência de cecos pilóricos e a localização do esôfago curto (E), fígado (F), intestino (INT), reto.



Fonte: acervo pessoal (2023)

4.3 Descrição Histológica do Tubo Digestório

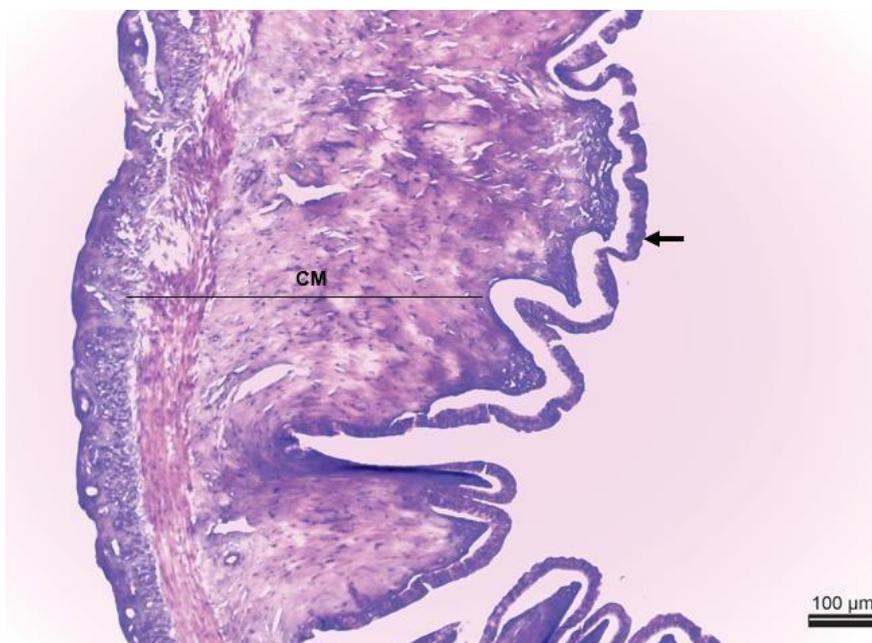
A análise histológica evidenciou diferentes camadas de tecidos no trato gastrointestinal, a camada da mucosa, camada da submucosa, camada muscular e camada serosa. Assim como o observado no trabalho de Wilson e Castro (2010) relataram que

historicamente a parede do intestino, desde a região anterior até a posterior, é composta por quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e serosa.

O esôfago de *P. microps* é revestido por epitélio estratificado pavimentoso, sendo importante para a renovação e manutenção do tecido. Esse revestimento oferece proteção mecânica contra o desgaste ao mesmo tempo em que proporciona elasticidade e flexibilidade numa área sujeita a muito atrito pela ingestão de alimentos (FACCIOLI et al., 2014). Além disso, a camada muscular do esôfago é bem desenvolvida e composta com camada circular interna e longitudinal externa, composta por fibras musculares lisas que se estendem por toda a extensão do esôfago (Figura 7). A musculatura circular do esôfago vai contrair o tubo e a camada longitudinal o dilata, esses movimentos coordenados vão ser responsáveis pela ação peristáltica que impulsiona o alimento através do tubo digestório (MORAIS; ALMEIDA, 2014). Esse arranjo muscular extensivo pode representar uma compensação eficiente para a ausência de um estômago nessa espécie.

No esôfago de *P. microps*, não foi observada a lâmina própria e a submucosa, não sendo possível diferenciar as duas, isso também foi comum no esôfago de outras espécies de teleósteos (SOUZA, 2018; FACCIOLI et al., 2014; BOCINA et al., 2017).

Figura 7- Esôfago de *Pseudotylosurus microps* revestido por epitélio estratificado não pavimentoso (seta) e camada muscular bem desenvolvida (CM) composta por músculo liso com camada circular interna e longitudinal externa. Coloração H&E.

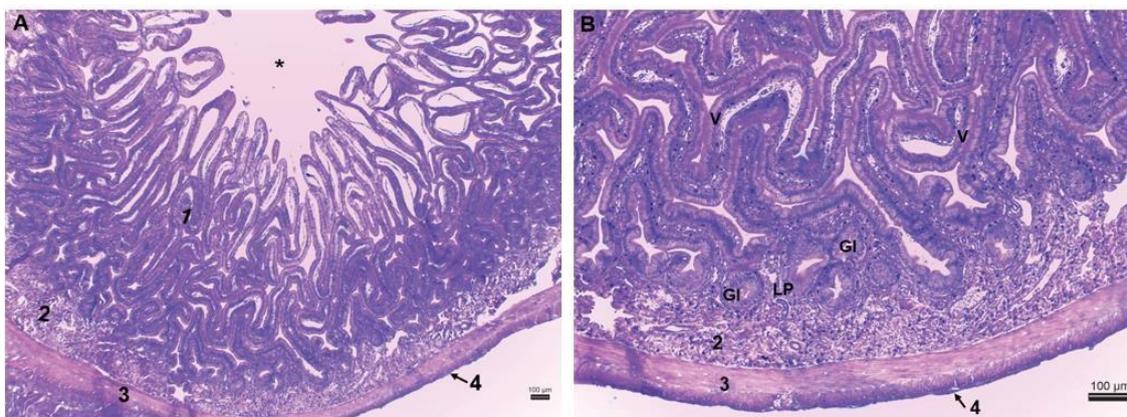


Fonte: Acervo pessoal (2023).

O intestino apresenta uma organização com quatro camadas: camada mucosa, submucosa, camada muscular e camada serosa (Figura 8A). A camada mucosa é a camada mais interna, composta por vilosidades, que são projeções na mucosa que aumentam a área de superfície para a absorção de nutrientes; pela lâmina própria, que contém tecido conjuntivo frouxo e abriga glândulas que se assemelham com as criptas de Lieberkühn (Figura 8 B).

Essas características histológicas foram observadas no trabalho realizado por Bocina et al. (2017) em *Belone belone*, onde o intestino deles também apresentou quatro camadas distintas: a mucosa, submucosa, muscular e serosa. A mucosa, semelhante à encontrada em *P. microps*, é formada por epitélio e lâmina própria dispostos em dobras profundas em direção ao lúmen, incluindo a parte central das vilosidades que também são compostas por lâmina própria e tecido conjuntivo. Além disso, apresenta uma camada muscular que contém duas camadas distintas de músculos lisos (BOCINA et al., 2016).

Figura 8- Intestino de *Pseudotylorus microps*. A: Visão geral com o lúmen (*), camada mucosa (1), submucosa (2), camada muscular (3) e camada serosa (4) (Coloração H&E 4x); B: Em detalhe a camada da submucosa (2), camada muscular (3), camada serosa (4), vilosidades (V), glândulas (Gl), lâmina própria (LP). Coloração H&E.

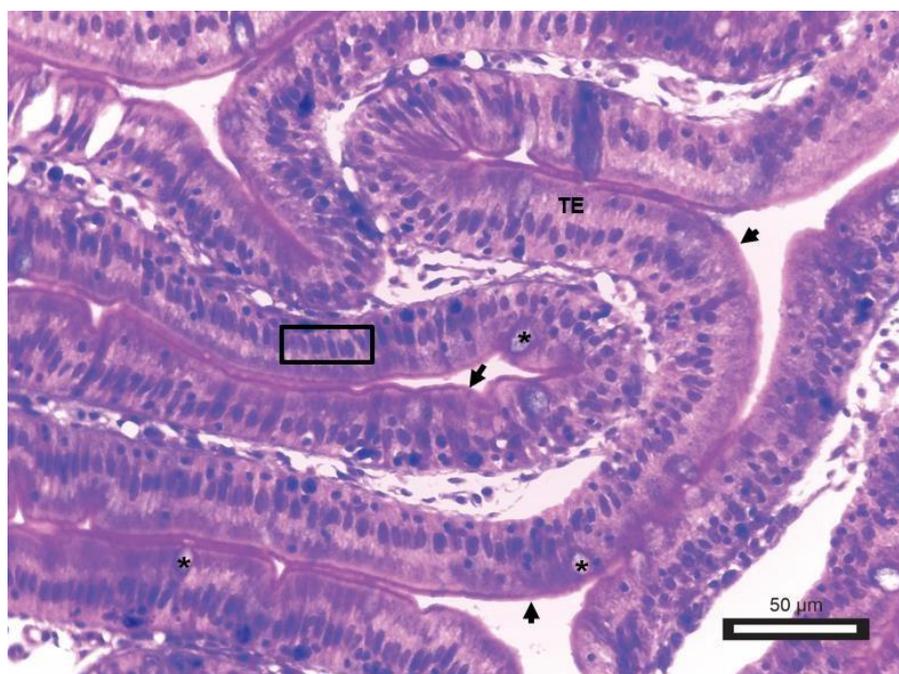


Fonte: Acervo pessoal (2023).

Buddington, Kroghdahl e Bakke-Mckellep (1997), observaram que as diferentes espécies de peixes desenvolveram estratégias de compensação para um intestino curto, que envolvem modificações na área da mucosa intestinal, na estrutura das vilosidades e na distribuição das células caliciformes ao longo do tubo. Essas adaptações são fundamentais para aumentar a área de absorção e otimizar a eficiência digestiva.

As vilosidades presentes na camada mucosa de *P. microps* são revestidas por um tecido epitelial simples cilíndrico, com a presença de células caliciformes, células cilíndricas do epitélio e microvilosidades (Figura 9), estão diretamente conectadas à camada submucosa, que se encontra em contato direto com a lâmina própria. Além disso, a camada muscular do intestino é composta por músculo liso. A camada mais externa, chamada de camada serosa, é fina e composta por tecido conjuntivo.

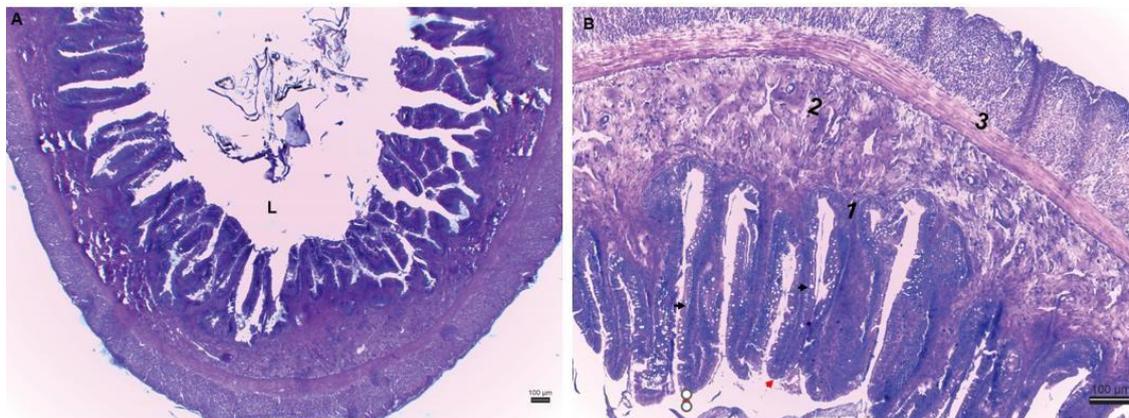
Figura 9- Vilosidades no intestino de *Pseudotylurus microps*. Tecido epitelial simples cilíndrico (TE), Células caliciformes (*), células cilíndricas do epitélio (□) e microvilosidades (seta). Coloração H&E.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

O intestino posterior (reto) apresenta o lúmen, a camada da mucosa é composta por um epitélio colunar e apresenta células caliciformes. Logo após a camada da mucosa, está a submucosa, que consiste em tecido conjuntivo frouxo. A camada muscular do intestino posterior também é constituída por músculo liso, porém ela é mais espessa em comparação ao intestino médio (Figura 10).

Figura 10- Intestino posterior (reto) de *Pseudotylosurus microps*. A: Visão geral do reto com o lúmen (L). B: Em detalhe a camada da mucosa (1), camada da submucosa (2), camada muscular (3), epitélio simples cilíndrico (seta vermelha) e células caliciformes (seta preta). Coloração H&E.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

A organização das vilosidades encontrada no intestino médio e posterior em *P. microps* não tem característica uniforme, sendo mais desenvolvida na mucosa do intestino que indica uma maior absorção de nutrientes nesta porção. Pode ser notada uma diferença na quantidade de células caliciformes encontrada na camada mucosa, sendo mais abundante no intestino posterior (reto). Essas células tem como principal função a secreção de muco, que lubrificar e facilitar o movimento do conteúdo no intestinal. Segundo Mello et al. (2012), o aumento proporcional das células caliciformes nos diferentes segmentos intestinais pode estar relacionado a necessidade de fortalecer a defesa inicial da mucosa do cólon contra infecções, bem como a lubrificação das fezes para facilitar o trânsito no interior da mucosa retal.

A proporção e distribuição das células caliciformes no intestino de *P. microps* pode estar relacionado com a estratégia adaptativa de digestão para compensa a ausência do estômago. Entretanto, estudos futuros são necessários para compreender o processo de digestão nessa espécie.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos pode-se afirmar que o trato digestório de *Pseudotylosurus microps* condiz com sua dieta piscívora, com características histológicas que retratam na adaptação à ausência do estômago.

O tubo digestório consiste em um único tubo reto onde o esôfago é conectado diretamente ao intestino. As adaptações para o processamento e absorção dos alimentos incluem, o intestino que assume a função do estômago ausente. Um esôfago com musculatura desenvolvida e revestido por um epitélio estratificado pavimentoso. As paredes do intestino estruturadas nas camadas mucosa, submucosa, muscular e serosa, com vilosidades na camada interna, revestidas por um tecido epitelial e células caliciformes. A presença de músculos lisos ao longo do intestino que auxilia na movimentação dos alimentos.

Além disso, o intestino possui uma organização não uniforme das vilosidades no intestino médio e posterior, com maior desenvolvimento na mucosa do intestino médio, indicando uma absorção mais eficiente de nutrientes nessa porção. Uma diferença significativa na quantidade de células caliciformes foi observada, sendo mais abundantes no intestino posterior (reto), mostrando uma maior proteção na mucosa intestinal e lubrificação para facilitar a expulsão das fezes.

As características morfo-histológicas refletem a realização de trabalhos futuros de histologia nas regiões de transição para o entendimento mais aprofundado da transição entre as regiões do estômago e do intestino nessa espécie. Dessa forma, será possível obter uma visualização mais clara dessa transição em um tubo digestório que se apresenta como um tubo reto.

REFERÊNCIAS

ALABSSAWY, Ahmed N.; KHALAF-ALLAH, Hassan MM; GAFAR, Ahmed A. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**: Anatomical and histological adaptations of digestive tract in relation to food and feeding habits of lizardfish, *Synodus variegatus* (Lacepède, 1803), 2019. v. 45, n. 2, p. 159-165.

ASCHLIMAN, Neil C.; TIBBETTS, Ian R.; COLLETTE, Bruce B. Relationships of sauries and needlefishes (Teleostei: Scomberesocidae) to the internally fertilizing halfbeaks (Zenarchopteridae) based on the pharyngeal jaw apparatus. **Proceedings of the Biological Society of Washington**. 1 June 2005. Disponível em: https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/16815/vz_Aschliman_et_al_2005.pdf?sequence=1 . Acesso em: 17 ago. 2023.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2º Ed. Santa Maria: UFSM. 2009. 350 p.

BÉRTIN, L. **Appareil digestif**. In: *Traité de zoologie, anatomie, Systatique, biologie* (P. P. Grassé ed.). Paris: Masson. p. 1249-1300. 1958.

BOČINA, I. et al. Histological features of the digestive tract of the adult European hake *Merluccius merluccius* (Pisces: Merlucciidae). **Italian Journal of Zoology**, v. 83, n. 1, p. 26-33, novembro 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11250003.2015.1113311> . Acesso em: 27 out. 2023.

BOČINA, I. et al. Histology of the digestive system of the garfish *Belone belone* (Teleostei: Belonidae). **The European Zoological Journal**, v. 84, n. 1, p. 89-95, Janeiro 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11250003.2016.1276977> . Acesso em: 27 out. 2023.

BUDDINGTON, Randal K.; KROGDAHL, Ashild; BAKKE-MCKELLEP, Anne Marie. The intestines of carnivorous fish: structure and functions and the relations with diet. **Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum**, v. 638, p. 67-80, Janeiro 1997. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/9421581> . Acesso em: 28 out. 2023.

CAL, Josy Alvarenga. **Histologia do trato digestório do surubim-pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*-Agassiz, 1829)**. 2006. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Anatomia de Animais Domésticos e Silvestres, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/tde-01032007-180235/publico/JosyAlvarengaCal.pdf> . Acesso em: 19 set. 2023.

CARROLA, João Soares; RIBEIRO, Ondina; PINTO, Mónica Quelhas. A morfologia e função da brânquia de peixes teleósteos. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, Vila Real, Portugal, v. 11, p. 6-6, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/agnal/Downloads/29824-Texto%20do%20Trabalho-72684-1-10-20221031.pdf> . Acesso em: 19 set. 2023.

CASTAGNOLLI, N. *Piscicultura de água doce*. **Jaboticabal: Funep**. 189p. 1992.

CASTRO, Eduardo França; FONSECA, Cláudio César; MENIN, Eliane. Identificação de células endócrinas no aparelho digestório de *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (Pisces, Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Minas Gerais, v. 5, n. 1, Janeiro 2002.

Disponível em:

<https://ojs.revistasunipar.com.br/index.php/veterinaria/article/view/749/656> . Acesso em: 20 set. 2023.

COLLETTE, B. B. Peixes agulha de água doce da América do Sul (Belontiidae) do gênero *Pseudotyrlosurus*. **Zoologische Mededelingen**, Washington, 24 out.1974. v. 48, n. 16, pág. 169-186. Disponível em: <https://repository.naturalis.nl/pub/319305> . Acesso em: 20 set. 2023.

COLLETTE, B. B. **Strongylura hubbsi, uma nova espécie de peixe agulha de água doce da província de Usumacinta, Guatemala e México**. *Copeia*, pág. 611-619, 1974.

DAY, Ryan D. et al. Enzymatic digestion in stomachless fishes: how a simple gut accommodates both herbivory and carnivory. **Journal of Comparative Physiology B**, 07 Janeiro 2011. v. 181, p. 603-613. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00360-010-0546-y> . Acesso em: 20 set. 2023.

DE ARAÚJO, Andréa Soares; DE OLIVEIRA, Júlio César Sá; CAMPOS, Carlos Eduardo Costa. Características morfológicas e estrutura populacional do agulhão, *Ablennes hians Valenciennes, 1846* (Teleostei, telonidae), no estado do rio grande do norte. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Amapá, v. 14, n. 1, p. 101-110, 2006. Disponível em:

<https://www1.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol14/art07-v141.pdf> . Acesso em: 20 set. 2023.

DE AZEVEDO BEMVENUTI, Marlise; FISCHER, Luciano Gomes. Peixes: morfologia e adaptações. **Cadernos de Ecologia Aquática**, Rio Grande, v. 5, n. 2, p. 31-54, dez. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Gomes-Fischer/publication/242331096_Peixes_Morfologia_e_Adaptacoes/links/00b7d51ccf5466ec9f000000/Peixes-Morfologia-e-Adaptacoes.pdf . Acesso em: 20 set. 2023.

FACCIOLI, Claudemir Kuhn et al. Morphology and histochemistry of the digestive tract in carnivorous freshwater *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes:

Pimelodidae). **Micron**, v. 64, p. 10-19, set. 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968432814000602> . Acesso em: 22 set. 2023.

FREITAS, I. S.; LUCINDA, P. H. F.; SOARES, A. B.; PELICICE, F. M. Variações espaciais na estrutura da ictiofauna entre os ambientes do reservatório de Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (Org.). **Reservatório de Peixe Angical: Bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos: Rima, cap. 4, p. 41- 49. 2009. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/275273594_Capitulo_4_Variacoes_espaciais_na_estrutura_da_ictiofauna_entre_os_ambientes_do_reservatorio_de_Peixe_Angical . Acesso em: 22 set. 2023.

GONÇALVES, Ligia; RODRIGUES, Ana Paula; MORO, Giovanni; CARGNIN-FERREIRA, E.; CYRINO, J. Eurico. Morfologia e Fisiologia do Sistema Digestório de Peixes. **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**, Florianópolis, 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/313609220_Morfologia_e_Fisiologia_do_Sistema_Digestorio_de_Peixes . Acesso em: 27 set. 2023.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Ecology of Amazonian needlefishes (Belonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Belém, vol. 2, n.3, p. 99–111, agos. 1983. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/B6H4YPt4G9DBztsZjq4DP6S/> . Acesso: 28 set. 2023.

INVESTCO. Plano de conservação e usos múltiplos do reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães - UHE Lajeado Tocantins. **Instituto Internacional de Ecologia**, Lajeado, p. 252, set. 2002. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/245470> . Acesso em: 28 set. 2023.

JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. Histologia básica. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 512-512 p.

LIAO, J. C. Swimming in needlefish (Belonidae): anguilliform locomotion with fins. **Journal of Experimental Biology**, vol. 205, no. 18, p. 2875–2884, 15 set. 2002. Disponível em: <https://journals.biologists.com/jeb/article/205/18/2875/9098/Swimming-in-needlefish-Belonidae-anguilliform> . Acesso em: 10 out. 2023.

LOVEJOY, N. R.; COLLETTE, B. B. **Phylogenetic Relationships of New World Needlefishes (Teleostei: Belonidae) and the Biogeography of Transitions between Marine and Freshwater Habitats**. *Copeia*, v.2, p. 324–338, maio 2001. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/copeia/article-abstract/2001/2/324/259061/Phylogenetic-Relationships-of-New-World> . Acesso em: 12 out. 2023.

LOVEJOY, N. R.; DE ARAÚJO, M. L. G. **Molecular systematics, biogeography and population structure of Neotropical freshwater needlefishes of the genus Potamorhaphis**. *Molecular Ecology*, v. 9, n. 3, p. 259-268, dez. 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-294x.2000.00845.x> . Acesso em: 12 out. 2023.

MACIEL, C. M. R. R. **Ontogenia de larvas de piracanjuba, Brycon orbignyanus Valenciennes (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Genética e Melhoramento de Animais Domésticos; Nutrição e Alimentação Animal; Pastagens e Forragicultura, Viçosa, Brasil, 229p. maio 2006. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1791/1/texto%20completo.pdf> . Acesso em: 16 out. 2023.

MAKINO, Lilian Cristina. **Estrutura, ultraestrutura e histoquímica do aparelho digestório do Prochilodus lineatus. Análise da diversidade da microbiota intestinal de Prochilodus lineatus e Pterygoplichthys anisitsi**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Programa de PósGraduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, São Paulo, jan. 2010. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ac566a02-2b3c-4569-b0bb-3a63cf12115b/content> . Acesso em: 23 out. 2023.

MANJAKASY, Jennifer M. et al. Functional morphology of digestion in the stomachless, piscivorous needlefishes *Tylosurus gavialoides* and *Strongylura leiura ferox* (Teleostei: Beloniformes). **Journal of Morphology**, 17 de abr. 2009. v. 270, n. 10, p. 1155-1165. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jmor.10745> . Acesso em: 24 out. 2023.

MELLO, Rodrigo de Oliveira et al. Evaluation of the number of goblet cells in crypts of the colonic mucosa with and without fecal transit. **Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes**, Brasil, v. 39, p. 139-145, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/FHDJ639HdcBJKTfPtSQpQxj/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 26 out. 2023.

MONTEIRO, A. S.; OLIVEIRA, A. H. M.; PELICICE, F. M.; OLIVEIRA, R. J. Alterações na disponibilidade de recursos alimentares e na dieta das principais espécies de peixes. **Reservatório de Peixe Angical: Bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos: Rima, cap. 8, p. 77 – 86, mar. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/M7ypnzctH6ng4wkXqcWQwMS/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 26 out. 2023.

MORAES, G.; ALMEIDA, L. C. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. IN: BALDISSEROTTO, B.; CYRINO, JE P; URBINATI, EC *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. **Jaboticabal: FUNEP**, p. 234-252, 2014.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. VH. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons, 2016. 752 p.

NEUBERGER, A. L.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M. Variações espaciais na atividade reprodutiva de peixes na área de influência do reservatório de Peixe Angical. **Reservatório de Peixe Angical: Bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos: Rima Editora, cap. 6, p. 57 – 66, 2009.

NOWLIN, W. H. et al. Gape limitation, prey size refuges and the top–down impacts of piscivorous largemouth bass in shallow pond ecosystems. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 357-369, abr. 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-006-0024-4> . Acesso em: 26 out. 2023.

PIANA, P. A.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. **Ecological Modelling: Comparison of predator–prey interaction models for fish assemblages from the neotropical region**. 1. ed. Elsevier, 2006. v. 192, n. 1-2, p. 259-270.

ROTTA, M. A. **Embrapa: Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. 1. ed. Corumbá, 2003. 49 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/811108/1/DOC53.pdf> . Acesso em: 28 out. 2023.

SANT'ANNA, V. B. [U1] **Filogenia dos peixes-agulha da família Belonidae (Atherinomorphae: Beloniformes)**. 2011. 280 f. Tese,- Programa de Pós-Graduação

em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-PUCRS, 2011. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/213> . Acesso em: 29 out. 2023.

SEIXAS FILHO, José Teixeira de et al. Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e dos cecos pilóricos do teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 313-324, abr. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/7bs9dnFSzYqgKKNydWyXnNM/> . Acesso em: 02 nov. 2023.

SILVA, D. S.; DA CUNHA-SANTINO, M. B.; MARQUES, E. E. Decomposição e dinâmica de liberação de nitrogênio e fósforo de frações vegetais de *Salvinia auriculata* Aubl. em um reservatório da Amazônia legal. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 1, p. 21-29, 2011.

SILVANO, R. AM (Ed.). **Springer Nature: Fish and fisheries in the Brazilian Amazon: people, ecology and conservation in black and clear water rivers**. 1, ed, Rio Grande do Sul 380, 2020.

SILVEIRA, Sérgio Oliveira. Orientação para práticas de laboratório. **Universidade de Santa Maria**, 2006. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/678/2019/07/t%C3%9Acnica-de-histologia.pdf> . Acesso em: 08 nov. 2023.

SOUZA, Alessa Ferreira. **CARACTERIZAÇÃO MORFOHISTOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE GENYATREMUS LUTEUS (BLOCH, 1790) - (TELEOSTEI, PERCIFORMES: HAEMULIDAE)**. Monografia, Universidade Federal Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde 2018. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2369/1/AlessaSouza.pdf> . Acesso em: 17 nov. 2023.

WILSON, J. M.; CASTRO, L. F. C. Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In: **Fish physiology**. Academic Press, v. 30, n. 1, p. 1-55, 2010.