

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-graduação em Biologia de Vertebrados

Mauricio Gustavo Oliveira

**ANÁLISES MORFOLÓGICAS, HISTOQUÍMICAS E DE
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA CAVIDADE
BUCOFARÍNGEA DO PEIXE NEOTROPICAL *Cephalosilurus
fowleri* Haseman, 1911, (Ostariophysi: Pseudopimelodidae).**

Maurício Gustavo Oliveira

**ANÁLISES MORFOLÓGICAS, HISTOQUÍMICAS E DE
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA CAVIDADE
BUCOFARÍNGEA DO PEIXE NEOTROPICAL *Cephalosilurus fowleri*
Haseman, 1911, (Ostariophysi: Pseudopimelodidae).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Biologia de Vertebrados da PUC
Minas, como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Biologia de Vertebrados.

Orientador: Jose Enemir dos Santos

Coorientador: Nilo Bazzoli

Belo Horizonte, Minas Gerais.

Marco, 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

O48a	<p>Oliveira, Maurício Gustavo</p> <p>Análises morfológicas, histoquímicas e de microscopia eletrônica de varredura da cavidade bucofaríngea do peixe neotropical <i>Cephalosilurus fowleri</i> Haseman, 1911, (Ostariophysi: Pseudopimelodidae) / Maurício Gustavo Oliveira. Belo Horizonte, 2021.</p> <p>34 f. : il.</p> <p>Orientador: José Enemir dos Santos Coorientador: Nilo Bazzoli Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados</p> <p>1. Peixe - Morfologia. 2. Teleósteos. 3. Peixe de água doce. 4. Habitat (Ecologia). 5. Sistema gastrointestinal. 6. Peixe - Fisiologia. 7. Peixe - Criação. 8. Bagre (Peixe) - São Francisco, Rio. I. Santos, José Enemir dos. II. Bazzoli, Nilo. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados. IV. Título.</p> <p>SIB PUC MINAS</p> <p>CDU: 597.5</p>
------	---

Maurício Gustavo Oliveira

**ANÁLISES MORFOLÓGICAS, HISTOQUÍMICAS E DE MICROSCOPIA
ELETRÔNICA DE VARREDURA DA CAVIDADE BUCOFARÍNGEA DO
PEIXE NEOTROPICAL *Cephalosilurus fowleri* Haseman, 1911, (Ostariophysi:
Pseudopimelodidae).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Biologia de Vertebrados da PUC
Minas, como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Biologia de Vertebrados.

Orientador: Jose Enemir dos Santos

Coorientador: Nilo Bazzoli

pp. _____
Prof. Dr. Lucas Marcon (FUMEC)

pp. _____
Prof. Dr. Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito (UFS)

pp. _____
Profa. Dr. Jose Enemir dos Santos (Orientador PUC Minas)

Belo Horizonte, 26 de marco de 2021

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me sustentar em mais uma jornada sendo a razão do meu equilíbrio espiritual.

A minha querida e inteligentíssima mãe que despertou em mim a paixão por ensinar, por ter curiosidade científica e que nunca me deixa desistir.

As minhas amadas irmãs Ana Paula e Marina pelo carinho e cuidado de sempre. A minha família e principalmente minha Tia Fia e minha Tia Aurora pelo amor incondicional.

Ao meu orientador professor Dr. Jose Enemir dos Santos, que confiou em mim mesmo conhecendo minhas limitações, me ensinando a supera-las e ficar cada vez melhor no caminho que escolhi seguir.

Ao meu co-orientador professor Dr. Nilo Bazzoli, que por meio de sua tutoria me permitiu a conclusão desse projeto.

Aos amigos que fiz no durante minha passagem no programa em especial minhas amigas Alyce e Melissa que se tornaram minhas irmãs.

Ao técnico Rogério e à secretária do programa de Pós-Graduação em Biologia de Vertebrados, Cledma pelos auxílios prestados.

As professoras que me motivam e inspiram a seguir na docência continuar e despertaram em mim o interesse na minha área de estudo: Flávia, Júnia, Ângela, Claudia, Juliana, Lorenza, Sônia, Luciana, Maísa.

Ao meu melhor amigo e irmão Daniel por sempre me motivar e estar comigo em todos os momentos.

RESUMO

Os peixes teleósteos apresentam uma diversidade morfofuncional das estruturas do trato digestivo. Esse fato está relacionado ao elevado número de espécies, ocupação de diferentes habitats e uma grande variação de seus hábitos alimentares. Várias pesquisas estão sendo desenvolvidas com a finalidade de apresentar as peculiaridades das estruturas do trato gastrointestinal de peixes neotropicais com vistas a compreender seus hábitos e comportamentos alimentares diversificados. *Cephalosilurus fowleri*, pertence à ordem Siluriformes, família Pseudopimelodidae é endêmico da bacia do rio São Francisco. Na região de Três Marias é conhecido popularmente como peixe-sapo. A espécie pode chegar a um comprimento total de aproximadamente 40,5 cm e peso corporal variando entre 300 a 615 g. Na literatura vários trabalhos estão relacionados à ecologia alimentar de peixes de água doce, no entanto, poucos estudos descrevem a morfologia da cavidade bucofaringea de espécies Neotropicais e da família Pseudopimelodidae, especialmente utilizando técnicas de histoquímica e de microscopia eletrônica de varredura. O presente estudo tem por objetivo descrever através de uma análise morfológica, histológica e de microscopia eletrônica de varredura a cavidade bucofaringea do peixe neotropical *Cephalosilurus fowleri*. Os resultados mostram que a mesma é delimitada cranialmente por lábios delgados suportados pelos ossos subjacentes, com a presença de botões gustativos que atuam como quimiorreceptores, células claviformes com função de defesa na liberação de feromônios de sinalização ao cardume e células mucosas que auxiliam na adesividade do alimento. A língua é arredondada, sendo uma estrutura não protátil aderida ao assoalho da cavidade bucofaringea, com presença de células mucosas também com função adesiva do alimento ingerido. Quanto aos órgãos dentários, a espécie é polifiodonte, apresentando dentes orais e faringianos com a forma viliforme com um eixo de inclinação caudo-rostral, sendo inseridos ao osso por fibras colágenas sendo constituídos histologicamente de esmalte, dentina, polpa dentaria e cimento. Em *C. fowleri* observaram-se quatro pares de arcos branquiais, os quais apresentam dois segmentos: Um dorsal e o outro ventral com cerca de 11 a 14 rastros braquias no primeiro arco, delimitando a porção mais caudal da cavidade.

Palavras chave: Peixes Teleósteos , Siluriformes, Biologia Gastrointestinal

Abstract

Teleost fish present a morphofunctional diversity of the structures of the digestive tract. This fact is related to the high number of species, occupation of different habitats, and a great variation in their feeding habits. Several researches are being developed with the purpose of presenting the peculiarities of the gastrointestinal tract structures of neotropical fishes in order to understand their diversified feeding habits and behaviors. *Cephalosilurus fowleri*, belonging to the order Siluriformes, family Pseudopimelodidae is endemic to the São Francisco river basin. In the Três Marias region it is popularly known as frogfish. The species can reach a total length of approximately 40.5 cm and body weight ranging from 300 to 615 g. In the literature several studies are related to the feeding ecology of freshwater fishes, however, few studies describe the morphology of the mouth cavity of neotropical species and of the family Pseudopimelodidae, especially using histochemical and scanning electron microscopy techniques. The present study aims to describe through a morphological, histological and scanning electron microscopy analysis the mouth cavity of the neotropical fish *Cephalosilurus fowleri*. The results show that it is bounded cranially by thin lips supported by the underlying bones, with the presence of taste buds that act as chemoreceptors, claviform cells with a defense function in the release of signaling pheromones to the school, and mucous cells that assist in food adhesion. The tongue is rounded, being a non-protrile structure adhered to the floor of the oral-pharyngeal cavity, with the presence of mucous cells that also have an adhesive function on the ingested food. As for the dental organs, the species is polyphodont, presenting oral and pharyngeal teeth with a villiform shape with a caudo-rostral inclination axis, being inserted to the bone by collagen fibers, being histologically constituted of enamel, dentin, dental pulp and cementum. In *C. fowleri*, four pairs of branchial arches were observed, which have two segments: One dorsal and the other ventral with about 11 until 14 brachial tracks delimiting the caudal portion of the cavity.

Keywords: Teleost Fish, Siluriformes, Gastrointestinal Biology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Vista dorsal do *Cephalosilurus fowleri* Haseman, 1911.

SUMÁRIO

Introdução Geral.....	10
Objetivos.....	16
Objetivo geral	15
Objetivos específicos.....	15
ARTIGO A SER SUBMETIDO.....	17
Resumo.....	17
Introdução.....	18
Material e métodos.....	20
Resultados.....	22
Discussão.....	30
Conclusões.....	31
Referencias Bibliográficas.....	32

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Ecologia alimentar

De acordo com Prejs (1981), os hábitos alimentares de peixes permitem classificá-los em três categorias: 1- herbívoros (incluindo detritívoros), 2- carnívoros, 3- onívoro. A primeira categoria pode ser subdividida de acordo com a espécie do alimento e as condições ecológicas sendo elas: fitoplanctófagos, macrofitófagos, perifitófagos e detritófagos. Da mesma forma, os carnívoros podem ser considerados como zooplanctófagos, bentófagos e ictiófagos.

Geralmente, peixes carnívoros apresentam graus variáveis de especializações alimentares, algumas não seletivas, enquanto outras são altamente especializadas para perseguição, captura e diferentes formas de comportamento (Winemiller *et al.* 2008). Keenleyside (1979) relata que peixes carnívoros necessitam de técnicas mais elaboradas, uma vez que as presas em potencial possuem ampla série de adaptações morfológicas e comportamentais capazes de evitar a captura.

As adaptações alimentares em peixes herbívoros são mais estruturais que comportamentais, uma vez que os vegetais não possuem mecanismo de escape. Portanto o trato digestório deverá ser apropriado para colher, engolir e digerir material vegetal, a captura do alimento consiste em arrancar alguns pedaços de plantas, raspar algas de substratos ou retirar fitoplâncton da coluna d'água (Keenleyside, 1979).

Segundo Horn (1998) espécies onívoras possuem variações morfológicas no trato digestório, o que provavelmente se relaciona à falta de especializações que caracterizam membros deste grupo trófico. Entretanto, as adaptações morfológicas e a estrutura do trato digestório dos peixes não apresentam limites estabelecidos entre as regiões, bem como sua organização anatômica e celular (Abelha & Goulart., 2004).

1.2 Barbilhões

Os barbilhões de siluriformes apresentam estruturas análogas aos corpúsculos gustativos que auxiliam no hábito alimentar uma vez que auxiliam na identificação, seleção, captura e apreensão de alimentos, mesmo que estejam distantes (Santos et al 2015).

1.3 Cavidade bucofaringe

A cavidade bucofaringe é compartilhada pelos sistemas digestório e respiratório, sendo limitada rostralmente pelos lábios e caudalmente pelo esfíncter esofágico cranial. Esta região desempenha importante papel em selecionar o alimento, apreender, e conduzir até o esôfago (Rotta, 2003). Em peixes, a posição da boca, pode ser classificada como: dorsal, terminal, subterminal e ventral, e esta posição demonstra a relação com o tipo e quantidade de alimento a ser ingerido onde (Rodrigues & Menin, 2006). A boca do tipo ventral é característica em peixes de fundo como *S. trigonocephalus* e o *Conorrhynchos conirostris* (pirá). Já a boca terminal, facilita e favorece a captura das presas como em *Prochilodus lineatus* e *Pseudoplastystoma corruscans* (pintado). Quanto a o tamanho da fenda bucal, a mesma pode ser pequena o que favorece um hábito alimentar onívoro como nas espécies *Leporinus friderici* (piauí de três pintas) e *Leporinus obtusidens* (piauí) ou uma fenda bucal ampla característica de peixes com uma dieta carnívora como *S. trigonocephalus*. (Schuingues et al. 2013.) Além de lábios, esta cavidade também apresenta língua, dentes orais e faringianos, e arcos branquiais.

Kapoor et al. (1975), citam que, os lábios são estruturas detectores primários do alimento e assumem diferentes formas, podendo ser utilizados também como órgãos adesivos em alguns teleosteos. Os peixes das famílias Blennidae e Labridae apresentam lábios bem desenvolvidos, como em outras podem estar ausentes, por exemplo, a Scaridae (Rotta, 2003). As espécies carnívoras como *Hoplias malabaricus* (Menin & Mimura, 1991), *Salminus brasiliensis* (Rodrigues & Menin, 2006) apresentam lábios delgados e aderidos às respectivas maxilas. Já as espécies iliófagas apresentam lábios com protrusão sendo funcional para a sucção de alimentos no fundo, porém sem muita seletividade (Rotta, 2003). Histologicamente, diversos autores identificaram o epitélio dos lábios de teleosteos como pavimentoso estratificado, ocorrendo também botões gustativos (Khanna & Mehrotra, 1970; Santos et al., 2015).

Entre todos os vertebrados, a língua dos peixes é considerada a mais basal, uma vez que a mesma não é protátil, sendo geralmente rígida (Rotta, 2003). De acordo com Bértin (1958), a língua dos teleostei pode ser classificada como triangular, espatulada ou arredondada e histologicamente, ela apresenta epitélio pavimentoso estratificado com células mucosas e botões gustativos.

Os peixes apresentam uma diversidade de dentes e estruturas associadas. Eles variam de acordo com sua morfologia e distribuição, podendo ser orais, encontrados na

pré-maxila, maxila, palato e mandíbula, e faringianos, os quais associam e formam placas ventral e dorsal. Estudos em relação à implantação de dentes em teleósteos foram descritos inicialmente por Fink (1981) que observou a forma de implantação dos dentes ocorre através anéis de colágeno com o osso subjacente. De acordo com Mohsin (1962), existe uma correlação entre a forma da dentição e a natureza da dieta alimentar, dessa forma, nos peixes carnívoros ocorram dentes caninos e cônicos. Já nos peixes herbívoros ocorrem usualmente dentes pequenos e incisiformes, os quais auxiliam na desintegração do alimento de origem vegetal (Al-Hussaini, 1947). Contudo, ocorrem também dentes implantados nos lábios, por exemplo, em prochilodontídeos (Menin, 1988).

A organização tecidual dos dentes é constituída de dentina, esmalte, cimento e polpa dentária. A dentina é um tecido conjuntivo mineralizada, sintetizado pelos odontoblastos, células alongadas que depositam a matriz orgânica sobre a superfície dentária e estão localizadas na periferia da polpa dental (Leblac & Reisz, 2013). O esmalte é produzido durante o desenvolvimento do dente pelos ameloblastos, células colunares altas de origem ectodérmica. O cimento tem composição semelhante ao tecido ósseo, embora não contenha vasos sanguíneos, sendo mais espesso na região apical da raiz, onde podem ser encontrados os cementócitos (Junqueira & Carneiro, 2013).

Os teleósteos apresentam quatro pares de arcos branquiais, os quais apresentam dois segmentos um dorsal e o outro ventral. Eles sustentam as lamelas branquiais, estruturas relacionadas com a respiração e os rastros branquiais que são formações cartilaginosas ou óssea, direcionadas para a faringe que impede a passagem de macromoléculas juntamente com o fluxo de água respiratória em direção à cavidade branquial, e também auxiliam no direcionamento do alimento durante a deglutição (Sampaio & Goulart, 2011).

Estudos de microscopia eletrônica de varredura mostraram que o epitélio da cavidade bucofaríngea apresenta pregas longitudinais em direção ao esôfago e os dentes orais e faringianos estão com ápice direcionado para o interior da cavidade oral e da faringe e com bases arredondadas (Namulawa et al., 2013).

1.4 Biologia da espécie em estudo

Cephalosilurus fowleri Haseman, 1911, é uma espécie pertencente à ordem Siluriformes, família Pseudopimelodidae com distribuição geográfica para a bacia do rio São Francisco, Brasil. Sendo popularmente conhecido na região como peixe-sapo (Catalog of Fishes, 2021). Com um corpo achatado dorso-ventralmente, apresenta corpo cinzento com manchas de diferentes tamanhos sobre a cabeça, nadadeira dorsal com 1 + 6 raios, primeiro arco branquial com 11 a 14 rastos, possui hábito alimentar carnívoro, podendo chegar a um comprimento total de aproximadamente 40,5 cm e um peso corporal de 388,48 g (Nelson, 2016).

Trabalhos referentes à biologia de *C. fowleri* são raros na literatura, dessa forma, o presente estudo descreveu a morfologia da cavidade bucofaringe utilizando técnicas anatômicas, mesoscópica, microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura.



Figura 1. Vista dorsal do *Cephalosilurus fowleri* Haseman, 1911.

1.5 Justificativa

O presente projeto propõe o estudo da cavidade bucofaringea do peixe *C. fowleri*, visando fornecer informações que possam contribuir para o conhecimento dessa região dos sistemas digestório e respiratório a fim fornecer subsídios para aplicação em estudos filogenéticos entre as espécies da ordem Siluriformes.

1.6 Referências Bibliográficas

Abelha, M. C. F., Goulart, E. (2004) Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 26: 37-45

Al-Hussani, A. H. (1947) The feeding habit and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighborhood of the Marine Biological station, Ghardaga, Red Sea. *Publications of the Marine Biology Station*. 5:4-61.

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

Catalog of Fishes (2021) - <http://researcharchive.calacademy.org/>. Acesso em 23/05/2020.

Fink, W. L. (1981). Ontogeny and phylogeny of tooth attachment modes in actinopterygian fishes. *Journal of Morphology*. 167:167–184.

Horn, M.H. (1998) Feeding and digestion. Pp. 43-63. In: D.H. Evans (ed.). *The physiology of fishes*. Second Edition. CRC Press, Boca Raton, FL. 519.

Junqueira, L.C.; Carneiro, J. (2013) *Histologia básica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Khanna, S. S., Mehrotra, B.K. (1970) Histomorphology of the buccopharynx in relation to feeding habitats in teleosts. *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 40:61-80.

Kapoor, B. G., Smit, H.; Verighina, I. A. (1975) The alimentary canal and digestion in teleosts. *Advances in Marine Biology*. 13:109-239.

Keenleyside, M. H. A. (1979) *Diversity and Adaption in Fish Behaviour*. Springer, berlin 208

Leblac, A. R. H.; Reisz, R. R. (2013) Periodontal Ligament, Cementum, and Alveolar Bone in the Oldest Herbivorous Tetrapods, and Their Evolutionary Significance. *PLoS One* 8

Menin, E., (1988) *Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce*. Tese Doutorado (Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências).

Menin, E., Mimura, O. M. (1991) Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974) (Characiformes, Erythrinidae). *Revista Ceres*. 38:240-255.

Mohsin, S. M. (1962) Comparative morphology and histology of the alimentary canal in certain groups of Indian teleosts. *Acta Zoológica*. 43:79-133.

Namulawa, V.T., Kato C. D., Rutaisire J., Britz P. J., Beukes N., Pletschke B. and Whiteley C. (2013) Enzyme activity in the Nile perch gut: implications to Nile perch culture. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5:221-228.

Nelson, J. S. (2016) *Fishes of the world*. 6ed.

Prejs A. (1981) *Metodos para el Estudio de los Alimentos y las Relaciones Tróficas de los Peces*. Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Caracas.

Rotta, M. A. (2003) Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Documentos 53 – EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN: 1517 - 1973, 48 p.

Rodrigues, S. S., Menin, E. (2006) Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salmininae). *Biotemas*. 19:41-50.

Sampaio, A. L. A., Goulart, E. (2011) Ciclídeos Neotropicais: Ecomorfologia trófica. *Oecologia Australis*. 15:775-798.

Santos, M. L., Arantes, F. P., Santiago, K. B., Santos, J. E. (2015) Morphological characteristics of the digestive tract of *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875), (Characiformes: Anostomidae): An anatomical, histological and histochemical study. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2):867-878.

Schuingues, C. O., Lima, M. G., Lima A. R., Martins D. S., Costa G. M. (2013) Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Sorubim trigonocephalus* (Siluriformes, Osteichthyes) *Pesq. Vet. Bras*. 33(10):1256-1262

Winemiller K. O., Agostinho A. A., Caramaschi E. P. (2008) Fish ecology in tropical streams. *Tropical stream ecology*, 107-146

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a morfologia da cavidade bucofaringe do peixe *Cephalosilurus fowleri* com auxílio de técnicas anatômica, histoquímicas e de microscopia eletrônica de varredura.

2.2 Objetivos Específicos

- 1- Determinar o comprimento caudo-rostral da cavidade bucofaringe;
- 2- Identificar anatomicamente as estruturas presentes na da cavidade bucofaringe;
- 3- Analisar a histologia dos lábios, língua e órgãos dentários;
- 4- Detectar conteúdos histoquímicos presentes nas células;
- 5- Analisar as estruturas barbilhões e órgãos dentários com microscopia eletrônica de varredura;

ARTIGO A SER SUBMETIDO

Análises morfológicas, histoquímicas e de microscopia eletrônica de varredura da cavidade bucofaringea do peixe netropical *Cephalosilurus fowleri* Haseman, 1911, (Ostariophysi: Pseudopimelodidae).

Resumo

O Cephalosilurus fowleri, pertence à ordem Siluriformes, família Pseudopimelodidae é endêmico da bacia do rio São Francisco. Na região de Três Marias é conhecido popularmente como peixe-sapo. A espécie pode chegar a um comprimento total de aproximadamente 40,5 cm e peso corporal variando entre 300 a 615 g. O presente estudo tem por objetivo descrever através de análises morfológica, histológica e de microscopia eletrônica de varredura a cavidade bucofaringea dessa espécie. Os resultados mostram que a mesma é delimitada cranialmente por lábios delgados suportados pelos ossos subjacentes, com a presença de botões gustativos que atuam como quimiorreceptores, células claviformes com função de defesa na liberação de feromônios de sinalização ao cardume e células mucosas que auxiliam na adesividade do alimento. A língua é arredondada, sendo uma estrutura não protátil aderida ao assoalho da cavidade bucofaringea, com presença de células mucosas também com função adesiva do alimento ingerido. Quanto aos órgãos dentários, a espécie é polifiodonte, apresentando dentes orais e faringianos com a forma viliforme com um eixo de inclinação caudo-rostral, sendo inseridos ao osso por fibras colágenas sendo constituídos histologicamente de esmalte, dentina, polpa dentaria e cimento. Em *C. fowleri* observaram-se quatro pares de arcos branquiais, os quais apresentam dois segmentos: Um dorsal e o outro ventral com cerca de 11 a 14 rastros braquias no primeiro arco, delimitando a porção mais caudal da cavidade.

Palavras chave: Peixes Teleósteos, Biologia Gastrointestinal, Cavidade Bucofanrigea

Abstract

The *Cephalosilurus fowleri* belongs to the order Siluriformes, family Pseudopimelodidae and is endemic to the São Francisco river basin. In the Três Marias region it is popularly known as frogfish. The species can reach a total length of approximately 40.5 cm and body weight ranging from 300 to 615 g. The present study aims to describe through

morphological, histological and scanning electron microscopy analysis the mouth and pharyngeal cavity of this species. The results show that it is bounded cranially by thin lips supported by the underlying bones, with the presence of taste buds that act as chemoreceptors, claviform cells with defense function in the release of signaling pheromones to the shoal, and mucous cells that help in food adhesion. The tongue is rounded, being a non-protrile structure adhered to the floor of the oral-pharyngeal cavity, with the presence of mucous cells that also have an adhesive function on the ingested food. As for the dental organs, the species is polyphodont, presenting oral and pharyngeal teeth with a villiform shape with a caudo-rostral inclination axis, being inserted to the bone by collagen fibers, being histologically constituted of enamel, dentin, dental pulp and cementum. In *C. fowleri*, four pairs of branchial arches were observed, which have two segments: One dorsal and the other ventral with about 11 to 14 brachial tracks in the first arch, delimiting the caudal portion of the cavity.

Keywords: Teleost fishes, Gastrointestinal Biology, Bucco-pharyngeal Cavity

1. Introdução

O trato digestivo dos peixes atrai muitos pesquisadores devido ao elevado grau de variações estruturais, sendo bem maior do que em outros vertebrados e também pelo fato das espécies ícticas demonstrarem hábitos e comportamentos alimentares diversificados (Montenegro et al., 2011; Canan et al., 2011; Canan et al., 2012, Santos et al., 2015).

Segundo Khojasteh (2012), a organização anatômica do trato digestivo dos teleósteos segue o modelo onde o trato gastrointestinal é dividido em : 1- intestino cefálico, que é representado pela cavidade buco faríngea que tem a função de adquirir o alimento e processá-lo mecanicamente; 2- intestino cranial, formado pelo esôfago e estômago, onde as substâncias químicas iniciam a digestão dos alimentos; 3- intestino médio, composto pelo intestino propriamente dito, continua a digestão alcalina e a absorção de nutrientes e 4- intestino caudal, constituídos do reto e ânus, onde ocorre a absorção de água e eletrólitos, e eliminação de fezes. Glândulas anexas também são relatadas na literatura como fígado, vesícula biliar e o pâncreas, que na maioria das espécies está associado com o fígado, formando o hepatopâncreas (Silva et al. 2005). Embora, o trato digestivo se diferencie consideravelmente entre as espécies de peixes, nos teleósteos ele apresenta algumas semelhanças estruturais básicas na organização histológica, e as

células de sua mucosa mostram variações quando submetidas a análises histoquímicas (Santos et al. 2015; Melo et al., 2017).

A cavidade bucofaríngea, é compartilhada pelos sistemas digestivo e respiratório, sendo limitada rostralmente pelos lábios e caudalmente pelo último par de arcos branquiais. Esta região desempenha importante papel em selecionar o alimento, apreender, e conduzir até o esôfago (Rotta, 2003). Além de lábios, esta cavidade também apresenta língua, dentes orais e faringianos, e arcos branquiais.

Os barbilhões de siluriformes são estrutura externas a cavidade bucofaríngea que apresentam estruturas análogas aos corpúsculos gustativos que auxiliam no hábito alimentar uma vez que auxiliam na identificação, seleção, captura e apreensão de alimentos, mesmo que estejam distantes (Grativo & Menin, 1992, Santos et al 2015).

A espécie *C. fowleri* quanto a sua posição sistematica, foi decrita por Britski et al. (1986) como *Pseudopimelodus fowleri* (Haseman, 1911) incluindo-o na família Pimelodidae, enquanto, o “Catalog of Fishes” (2021) descreve seu estado atual como *C. fowleri* Haseman 1911, pertence a ordem Siluriformes, família Pseudopimelodidae e com distribuição geográfica para a bacia do rio São Francisco, Brasil. O *C. fowleri* tem hábito bentônico, conhecido popularmente como peixe-sapo, endêmico do rio São Francisco, de ocorrência rara, possui hábito alimentar carnívoro, preferencialmente piscívoro, com seu comprimento total pode atingir 40,5cm e 388.48 g (Britski *et al.*, 1986; Amaral, 1998; Nelson, 2016).

Pelo exposto, o objetivo desse estudo é descrever, analisar e indicar a morfologia dos diversos segmentos da cavidade bucofaringe do peixe *C. fowleri* com bases em técnicas anatômica, histológica, histoquímica, e de microscopia eletrônica de varredura.

2. Material e Métodos

2.1 Área do estudo

Iniciada em 1957 e concluída em 1961, a barragem do reservatório de Três Marias (18°11' 58''S, 45° 15') no rio São Francisco, Minas Gerais, é um dos maiores reservatórios do país, com área inundada de aproximadamente 1.110,54 Km². O reservatório foi construído com os objetivos de regular o fluxo do Rio São Francisco, controlar enchentes, possibilitar a navegação entre as cidades de Pirapora e Juazeiro e promover a criação de projetos de irrigação, sendo o primeiro empreendimento hidráulico de grande porte com múltiplas finalidades no Brasil (Brito, 2010).

2.2 Amostragem

Foram coletados no período de outubro a dezembro de 2019, 20 exemplares sendo: 12 machos e 8 fêmeas. As coletas foram realizadas com auxílio de redes de emalhar com tamanhos de malhas de 3 a 8 cm de distância entre nós opostos. O manuseio dos exemplares seguiu as normas das diretrizes da prática de eutanásia de animais do CONCEA (Brasil, 2013) e com Licença de Pesca Científica N° 02000000270/15 emitida pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais e com autorização do CEUA da PUC Minas, protocolo n° 04/2019. Os vinte exemplares foram fixados em formalina 10% por 12 horas e em seguida, transferidos para álcool 70%, os quais foram transportados em bombona de plástico para o Laboratório de Ictiologia do Programa de Pós Graduação em Biologia de Vertebrados da PUC Minas. Estes exemplares foram utilizados para estudos anatômicos e mesoscópicos.

2.3 Morfometria

Para cada exemplar registrou-se o comprimento padrão (CP, cm) com auxílio de ictiômetro, o peso corporal (PC, g) utilizando balança digital (precisão duas casas decimais) e o comprimento da cavidade orofaríngea (CO, cm) com paquímetro digital DIGIMESS (precisão de 0,01 mm).

2.4 Anatomia e mesoscópica

A descrição das estruturas anatômica: Barbilhoes, lábios, língua, órgãos dentários e arcos braquiais foi realizada através de uma análise macroscópica e mesoscópica utilizando estereomicroscópio Olympus SZ-11.

2.5 Microscopia de luz e de Eletrônica de Varredura

Para o estudo de microscopia de luz, cinco exemplares tiveram seus tratamentos digestivos dissecados e fragmentos de lábios, língua e órgãos dentários. Para o preparo dos dentes, o mesmo foi submetido a um processo de descálcificação em formol a 10% por 48 horas. Após esse período, o material foi lavado por vinte minutos. Todos os fragmentos foram fixados em líquido de Bouin por 6 horas e conservados em álcool 70%, incluídos em parafina, seccionados com 5 µm de espessura e corados com hematoxilina-eosina.

Para análises histoquímicas foram utilizadas técnicas clássicas: ácido periódico-Schiff (PAS) e Alcian blue pH 2,5 (AB pH 2,5) e pH 0,5 (AB pH 0,5) sobre fragmentos de lábios, língua e também polpa dentária.

Para a realização da microscopia eletrônica de varredura, foram coletadas amostras da cavidade buco faríngea dos outros cinco exemplares, as quais foram fixados em solução formol 10% por 24 horas e em seguida lavadas em tampão fosfato 0,1M pH 7,4. Os espécimes foram desidratados e submetidos à secagem em ponto crítico com CO₂, montados em suportes de alumínio, metalizados com ouro e analisados ao MEV (JEOL-JSM-IT300) no Laboratório de Engenharia Mecânica da PUC Minas. As imagens obtidas foram digitalizadas, armazenadas e tratadas para ajuste de contraste e brilho.

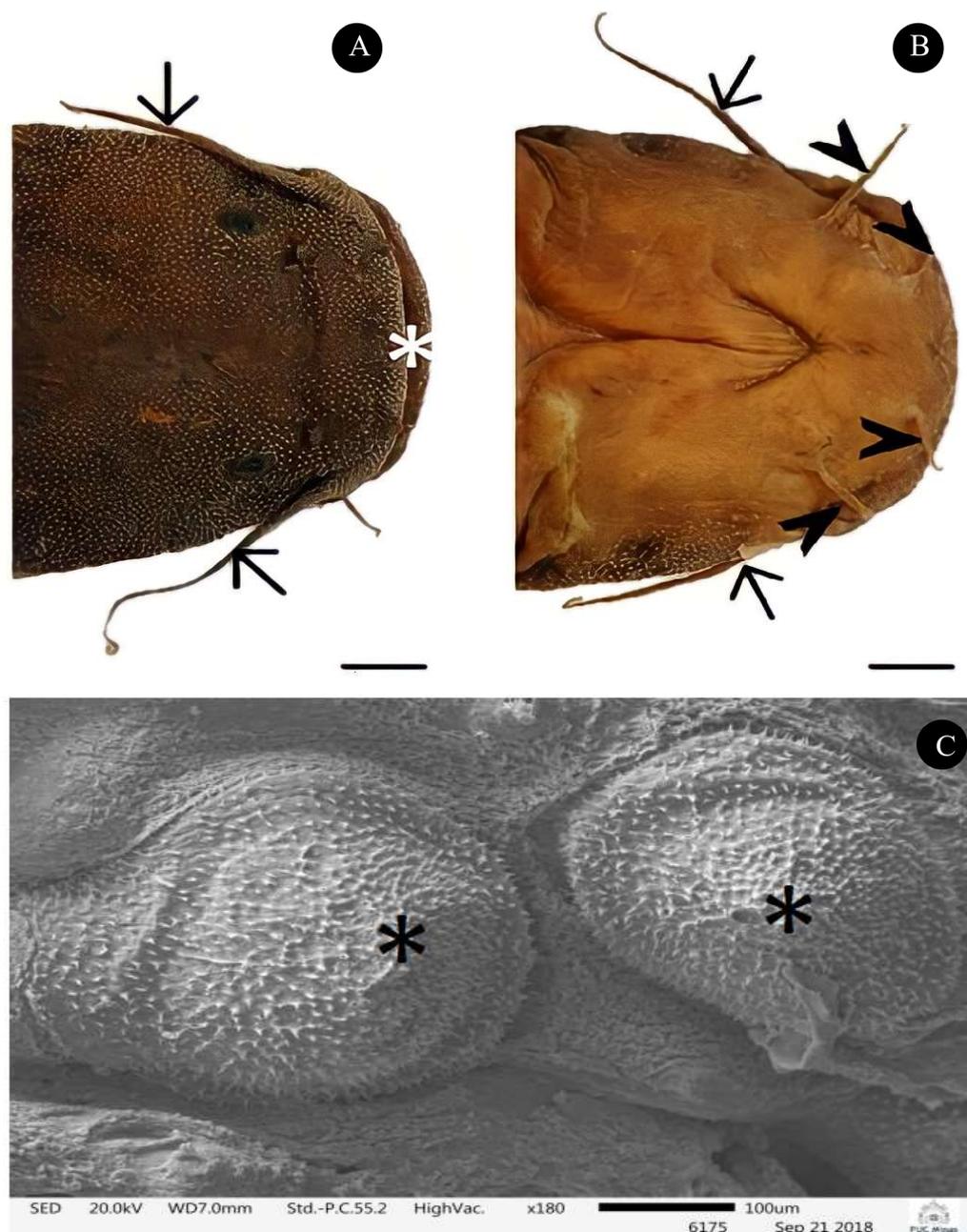
2.6 Radiografia Intraoral Oclusal

A radiografia oclusal é um exame imagem responsável por captar imagens intraorais principalmente presença ou ausência de órgãos dentários e análises de estruturas ósseas no assoalho da cavidade oral. Foi utilizado o aparelho KODAK 2200 Intraoral X-Ray System® (Kodak Eastman Company, USA), operando a 60 kV, 10 mA, com a distância foco-receptor de 25 cm e 1.5 mm de filtração e tempo de exposição de 0,35s para as imagens convencionais. Para melhor assegurar a posição da peça anatômica,

foi confeccionado um suporte em madeira que foi colocado sobre a cadeira onde o feixe central de raio x foi direcionado.

3. Resultados

O *Cephalosilurus fowleri* apresentou comprimento total médio de $29,76 \pm 2,46$ cm, peso corporal de $382,46 \pm 47,74$ g e comprimento caudo-rostral da cavidade bucofaringea de $6,6 \pm 0,3$ cm. O coeficiente da cavidade bucofaringea foi de $0,22 \pm 0,04$ cm. A região dorsal e lateral do tegumento da cabeça de *C. fowleri* mostrou muitas células mecanosensoriais dispersas ao longo da estrutura, sendo ausente na região ventral. Também, na região dos maxilares identificaram-se um par de barbilhão maxilar e na região ventral dois pares mentonianos, sendo um par medial e o outro lateral (Figuras 1 e 2). Os barbilhões maxilares são maiores que os mentonianos e apresentaram células sensoriais na superfície tegumentar (Figura 3)



Figuras A-C: (A). Morfologia externa da cabeça de *C. fowleri*, vista dorsal mostrando: superfície do tegumento com células sensoriais; um par de barbilhão maxilar (setas) e rima bucal com os lábios inferior e superior (asterisco). Barra=1,0 cm. (B). Morfologia externa, vista ventral da cabeça de *C. fowleri*, ilustrando: superfície do tegumento sem células sensoriais, dois pares de barbilhões mentonianos (cabeças de seta) e um par de barbilhão maxilar (setas). Barra=1,0 cm. (C). Detalhe das células mecano-sensoriais dos barbilhões representado por asteriscos em nível de microscopia eletrônica de varredura. Barra= 100 μ m.

A cavidade orofaringe é delimitada rostralmente pelos lábios superior e inferior e caudalmente pelo esfíncter cranial do esôfago. Nesta cavidade identificaram-se as seguintes estruturas: placas com dentes viliformes superior e inferior, duas valvas orais uma superior e outra inferior, língua, quatro pares de arcos branquiais laterais e o aparelho dentário faringiano (Figura D).

A abertura oral apresenta lábios delgados, sendo o superior sustentado pela maxila e pré-maxila e o inferior pela mandíbula. Eles apresentam organização anatômica e histológica semelhantes com epitélio estratificado escamoso, com botões gustativos dispersos e apoiados na derme e células mucosas e claviformes (Figuras E e G). As células claviformes exibiram citoplasma acidófilo e núcleo central (Figura F). As células mucosas mostraram citoplasma com muco, o qual reagiu positivamente ao PAS, indicando a presença de mucosubstâncias e com núcleo basal (Figura G).

As placas dentarias faringianas dorsais estão localizadas no teto da cavidade bucofaringea e são estruturas pares com um formato circular já as placas dentarias faringianas ventrais estão localizadas no assolha da cavidade e possuem um formato triangular. Ambas são constituídas por dentes conicos com um eixo de orientação lábio-lingual. (Figura 8).

Em *C. fowleri* observou-se quatro pares de arcos branquiais, os quais apresentam dois segmentos um dorsal e o outro ventral. (Figura 9).

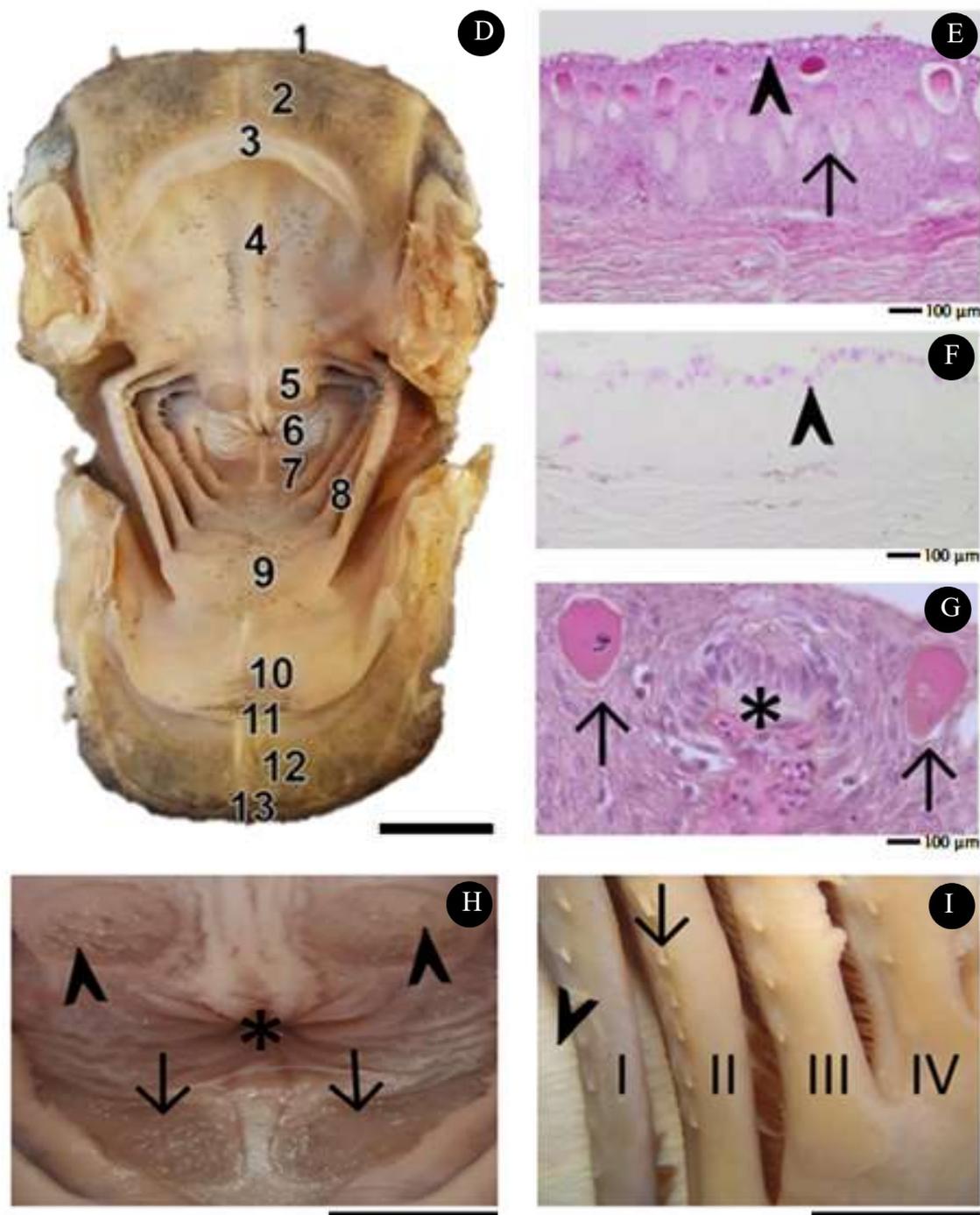


Figura D-I: (D) Morfologia interna da cavidade orofaringe, os números indicam: 1-lábio superior; 2-placa dentária da pré-maxila; 3-válvula oral dorsal; 4-palato primário; 5-placa dentária faringiana dorsal; 6-abertura do esôfago; 7- placa dentária faringiana ventral; 8-arcos branquiais; 9-assolho da cavidade faringiana; 10-língua; 11-válvula oral ventral; 12-placa dentária da mandíbula e 13=lábio inferior. Barra=1,0 cm. (E) Secção histológica longitudinal do lábio superior e observam-se: célula mucosa (cabeça de seta) e células claviformes (seta). (F) PAS positivo para células mucosas (cabeça de seta). (G) Detalhe histológico do botão gustativo (asterisco) e células claviformes (seta). (H) Detalhe da região caudal da cavidade orofaringe mostrando as placas dentárias faringianas dorsais (cabeças de seta) e ventrais (seta) e esfíncter do esôfago (asterisco). Barra=5 mm. (I) Detalhe dos quatro arcos branquial sustentado os rastros branquiais (seta) e as lamelas branquiais (cabeça de seta). Barra=5 mm.

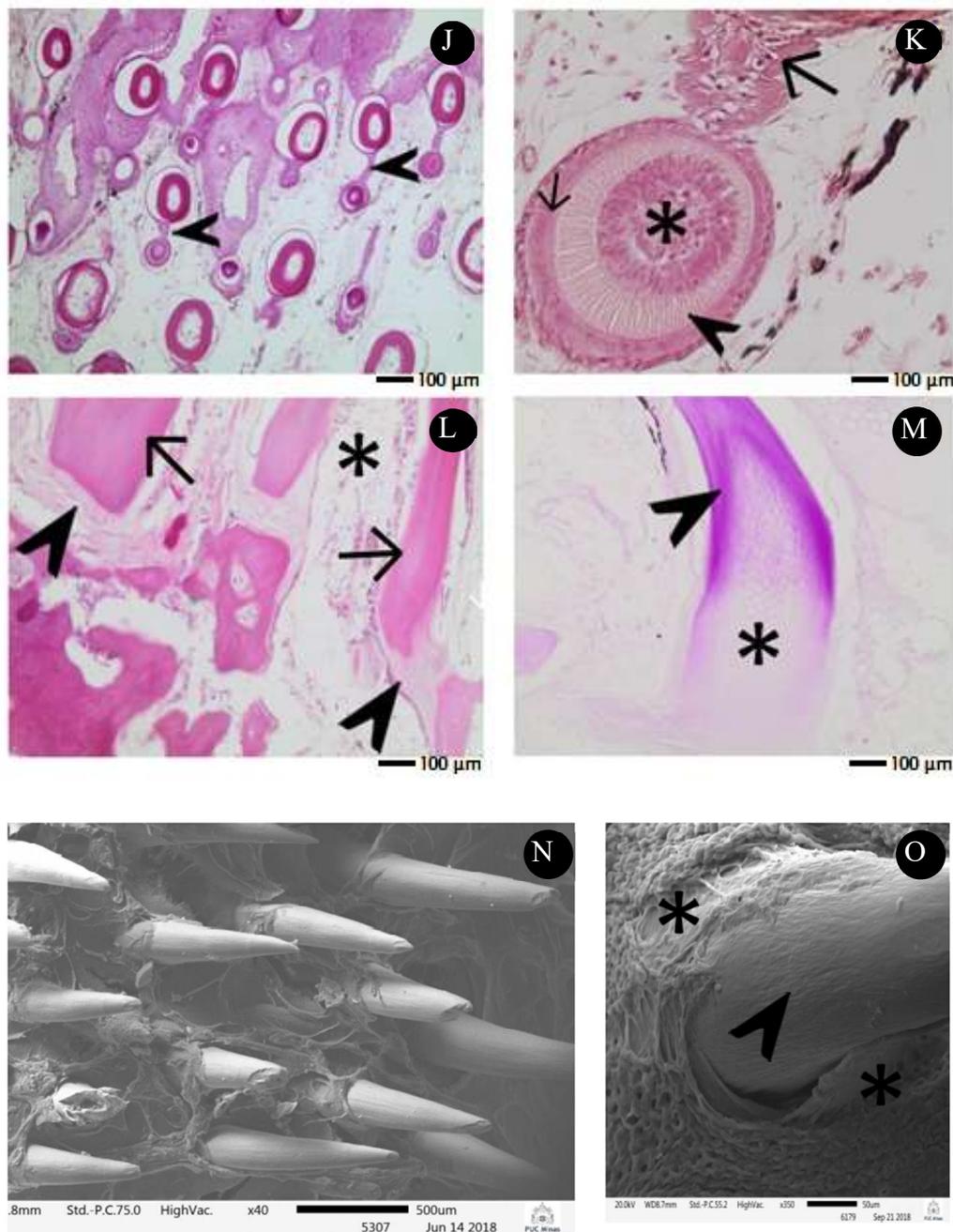
As placas dentarias de *C. fowleri* são compostas por várias fileiras de dentes cônicos curvados no sentido lábio-lingual sendo a dentição caracterizada como polifodonte (Figura J)

O conjunto de dentes funcionais, também denominado como dentes extraósseos, foram visíveis na cavidade bucofaringea constituindo as placas dentárias. Esses dentes extraósseos estão conectados com o dente intraósseos por uma projeção do epitélio oral denominada de lâmina dental (Figura K).

Foram identificados como tecidos dentários: Dentina, esmalte, cimento e polpa dentaria (Figura K).

Na implantação dos órgãos dentários (Figura L) observaram-se anéis de fibras colágenas em íntimo contato com o cimento. Na região mais interna do dente observou-se a polpa dental constituída de tecido conjuntivo frouxo, altamente vascularizadas e rico em fibras colágenas (Figura M).

Através da microscopia eletrônica de varredura observaram-se regiões de desgaste dos dentes (Figura N) e a correlação entre o dente presente na placa dentaria faringea e o osso de suporte sendo revestida externamente pelo epitélio que circunda também a porção mais cervical do órgão dentário (Figura O).



Figuras J-O: (J) Secção histológica da placa dentária mandibular de *Cephalosilurus fowleri* evidenciando os dentes seccionados transversalmente e a comunicação entre eles (cabeça de seta). Coloração hematoxilina eosina. (K) Detalhe da secção histológica de um dente mostrando sua constituição: polpa dentária (asterisco), cimento (cabeça de seta) e esmalte (seta menor). Observa-se também a comunicação entre os dentes (seta maior). Coloração hematoxilina eosina. (L) Secção histológica da implantação dentária através fibras de colágeno (cabeça de seta), cimento (seta) e polpa dentária (asterisco). Coloração hematoxilina eosina. (M) Secção histológica de um dente cortado obliquamente: observa-se as camadas externas PAS positiva e a polpa dentária PAS negativo (asterisco). (N) Detalhe da placa dentária da pré-maxila com os dentes orientados caudalmente em nível de microscopia eletrônica de varredura. Barra=500 µm. (O) Detalhe da mucosa (asterisco)

recobrimento e circundando o dente (cabeça de seta) em sua implantação em nível de microscopia eletrônica de varredura. Barra=50 μ m.

No presente estudo observou-se assoalho da cavidade bucofaríngea delimitado cranialmente pelo lábio inferior, seguido, de uma placa dentaria mandibular onde os dentes possuem um aspecto filiforme com seu eixo orientado caudalmente. Utilizando a técnica radiográfica observou-se na porção rostral do assoalho da cavidade bucofaringea osso mandibular unido por uma cartilagem fazendo interseção entre a porção esquerda e a direita constituindo a sínfise mandibular (Figura P).

Os lábios de *C. fowleri* estiveram histologicamente revestidos por epitélio pavimentoso estratificado não queratinizado acompanhados por botões gustativos (Figura Q).

A língua de *C. fowleri* localiza-se caudalmente à placa dentaria mandibular e cranialmente à placa dentaria faringeana ventral. Quanto à forma ela é classificada como arredondada, sendo uma estrutura não protátil aderida ao assoalho da cavidade bucofaringea sendo delimitada pela porção cranial da placa dentaria (Figura R). Foram encontradas células mucosas, PAS positivas caracterizadas pela secreção de substâncias adesivas que favorecem o processo de adesão da formação do alimento a ser digerido (figura S).

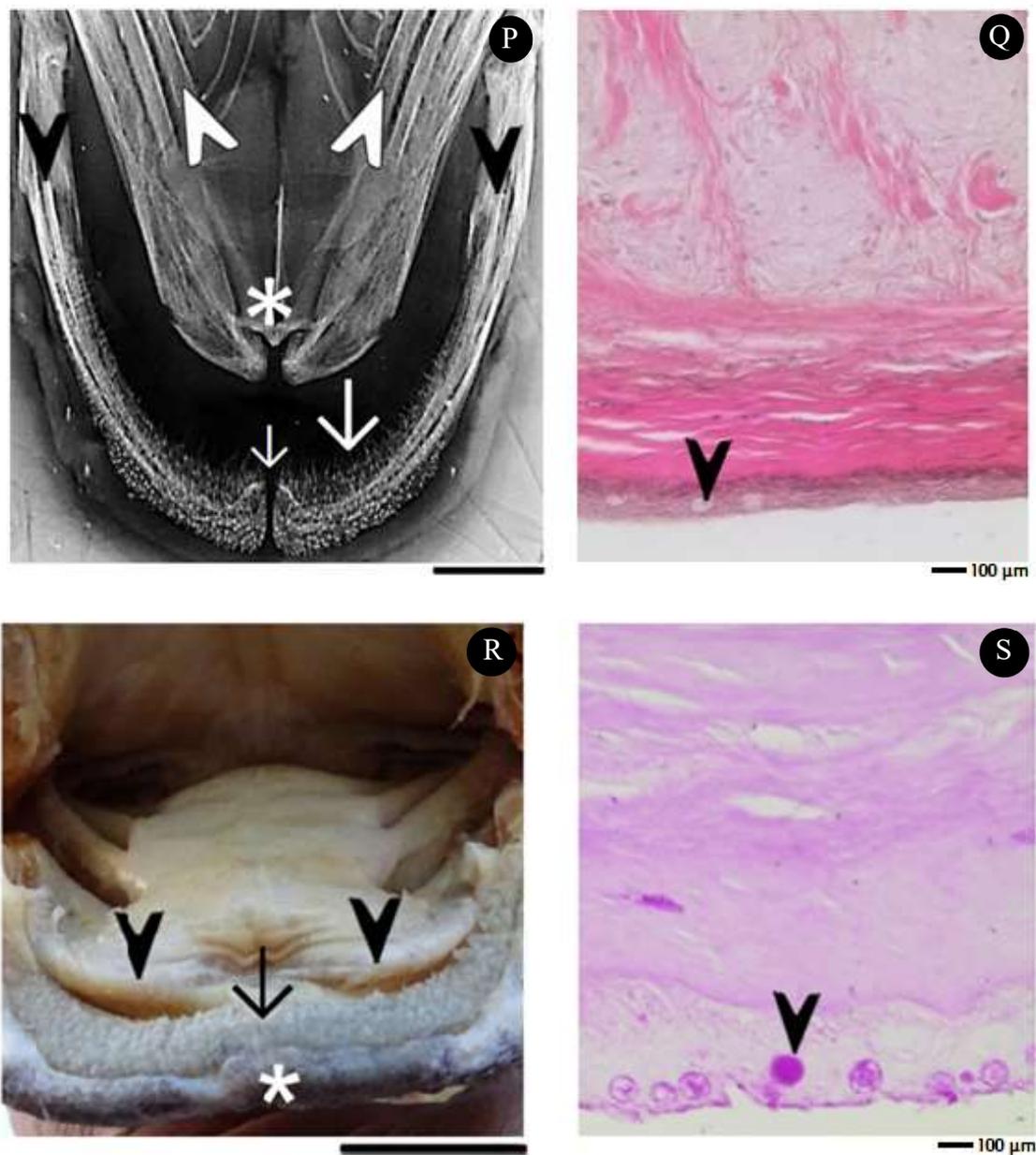


Figura P-S: (P) Raio X da porção rostral do assoalho da cavidade bucofaringea de *Cephalosilurus fowleri* indicando: mandíbula (cabeças de seta preta), arcos branquiais (cabeças de seta branco), aparelho hioide (asterisco), placa dentária mandibular (seta maior) e sínfise mandibular (seta menor). Barra=1,0 cm. (Q) Secção de microscopia de luz longitudinal da língua mostrando o ápice epitelial com células mucosas (cabeça de seta). Coloração hematoxilina eosina. (R) Detalhe rostral da cavidade orofaringe. Observa-se a língua (cabeça de seta), placa dentária da mandíbula (seta) e lábio inferior (asterisco). (S) Secção de histológica longitudinal da língua mostrando o ápice epitelial com células mucosas (cabeça de seta). Coloração PAS. Barra=1,0 cm.

4. Discussão

Em peixes teleósteos, a posição da abertura da boca pode ser: dorsal, terminal, subterminal e ventral, e esta posição demonstra a relação com o tipo e quantidade de alimento a ser ingerido (Rodrigues & Menin, 2006). *C. Fowler* apresentou abertura oral terminal, como a maioria dos Siluriformes (Santos et al., 2007).

Os barbilhões dos peixes Siluriformes são estruturas análogas aos corpúsculos gustativos que favorecem o hábito alimentar bentônico uma vez que permitem a detecção e seleção de alimentos, mesmo que estejam distantes (Grativol & Menin, 1992). Os corpúsculos gustativos são um conjunto de células nervosas sensibilizáveis por substâncias químicas que geram posteriormente um impulso nervoso. Tais receptores são classificados de acordo com a origem do estímulo por ele captado, sendo então esses agregados celulares denominados de quimiorreceptores (Guyton, & Hall 2017). O *C. fowleri* tem hábito alimentar canívoro, apresenta três pares de barbilhões nas regiões maxilar e mentoniano similar aos barbilhões de outras espécies tais como: *Conorrhynchos conirostris* (Rodrigues & Menin, 2005), *Sorubim trigonocephalus* (Schuingues et al., 2013) *Trachelyopterus striatulus* (Santos et al., 2015).

Em *C. fowleri* observou-se lábios delgados sustentado por estruturas ósseas como também é observado em nas espécies carnívoras como *Hoplias malabaricus* (Menin & Mimura, 1991), *Salminus brasilienses* (Rodrigues & Menin, 2006). Histologicamente diversos autores identificaram o epitélio dos lábios de teleósteos como estratificado pavimentoso com botões gustativos (Khanna & Mehrotra, 1970; Santos et al., 2015), similar ao observado na espécie do presente estudo.

Nota-se a presença de células claviformes em localizadas superficialmente ao epitélio, com presença de produtos de agregado proteico em seu citoplasma. Essas células possuem um formato ovalado, sendo fortemente corada em seu núcleo por hematoxilina e o seu citoplasma pela eosina. Essas células em casos de dano mecânicos liberam um sinal de alerta garantindo a proteção das estruturas do trato gastrointestinal (Irving, 1996).

Células mucosas com sua forma ovalada, intercalam as células claviformes ao longo do tecido epitelial. Tais apresentaram reação positivas as técnicas histoquímicas de PAS e Alcian Blue indicando a presença de polissacarídeos neutros e ácidos. O muco produzido por essas células garante a integridade das superfícies e estruturas da cavidade bucofaringe contra abrasão e lesão provocados pela apreensão e permanência da presa no local. (Galvão, et al, 1997)

A forma de implantação dos dentes do *C. fowleri*, ocorre através de anéis de colágeno com o osso subjacente, como também relatado por Fink (1981) em outros teleósteos. De acordo com Mohsin (1962), existe uma correlação entre a forma da dentição e a natureza da dieta alimentar, dessa forma, nos peixes carnívoros ocorrem dentes cônico com eixo de orientação caudalmente com curvatura lábio-lingual o que favorece o processo de apreensão e trava da presa durante o processo de alimentação Lujan, (2012). A organização tecidual dos dentes da espécie em estudo segue o padrão geral descrito por Junqueira & Carneiro (2013) sendo constituída de dentina, esmalte, cemento e polpa dentária. A dentina é um tecido conjuntivo mineralizada, sintetizado pelos odontoblastos, células alongadas que depositam a matriz orgânica sobre a superfície dentária e estão localizadas na periferia da polpa dental. O esmalte é produzido durante o desenvolvimento do dente pelos ameloblastos, células colunares altas de origem ectodérmica. O cemento tem composição semelhante ao tecido ósseo, embora não contenha vasos sanguíneos, sendo mais espesso na região apical da raiz, onde podem ser encontrados os cementócitos (Leblanc & Reisz, 2013).

Em *C. fowleri* observaram-se quatro pares de arcos branquiais, os quais apresentam dois segmentos um dorsal e o outro ventral, em concordância com as descrições de Sampaio & Goulart (2011). Esses mesmos autores relatam que os arcos branquiais exercem a função de sustentação das lamelas branquiais, função respiratória e presença de estruturas denominadas de rastros branquiais que são formações cartilaginosas, direcionadas para a faringe para impedir a passagem de macromoléculas juntamente com o fluxo de água respiratória em direção à cavidade branquial, e também auxiliam no direcionamento do alimento durante a deglutição.

Os resultados do presente estudo fornecem subsídios para a compreensão da cavidade bucofaringea dos peixes da ordem Siluriformes, especialmente da espécie *C. fowleri*.

5. Conclusões

A descrição realizada sobre a cavidade bucofaringea do *C. Fowleri* realizadas pelo presente estudo preenchem lacunas sobre a biologia da espécie e os resultados podem fornecer melhores conhecimentos anatômicos e morfológicos com finalidade comparativa estrutural e celular e até mesmo taxonômica na espécie e outros peixes.

Quanto ao hábito alimentar carnívoro da espécie, as estruturas descritas condizem com as já estudadas em outros siluriformes contudo outros trabalhos com segmento do trato gastrointestinal precisam ser realizados para melhor compreensão do sistema digestivo da espécie como um todo.

6. Referências Bibliográficas

Amaral, A. A. (1998) Anatomia comparativa do aparelho digestivo de *Acestrorhynchus britskii* (Menezes, 1969) e *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces, Characidae, Acestrorhynchinae). Revista Ceres. 37:277-288.

Brasil (2013) Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. Brasília: CONCEA, 54 p

Britski, H. A., Sato, Y.; Rosa, A. B. S. (1986) Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes do São Francisco. 3a ed. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF. 115p.

Brito, S. L. (2010) Caracterização limnológica e produtividade secundária das principais espécies de microcrustáceos em dois braços dos reservatórios de Três Marias e Furnas, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 107p.

Catalog of Fishes (2021) - <http://researcharchive.calacademy.org/>. Acesso em 23/05/2020.

Canan, B., Pessoa, E. K. R., Volpato, G. L., Araujo, A., Chellappa, S. (2011) Feeding and reproductive dynamics of the damselfish, *Stegastes fuscus* in the coastal reefs of northeastern Brazil. Animal Biology Journal, 2:113-126.

Canan, B., Nascimento, W. S., Silva, N. B., Chellappa, S. (2012) Morphohistology of the digestive tract of the damsel fish, *Stegastes fuscus* (Osteichthyes: Pomacentridae). The Scientific World Journal, 2012:1-9.

Fink, W. L. (1981) Ontogeny and phylogeny of tooth attachment modes in actinopterygian fishes. Journal of Morphology, 167:167-184.

Galvão, M. S. N.; Fenerich-Verani, N.; Yamanaki, N.; Oliveira, I. R. (2021) Histologia do sistema digestório da tainha *Mugil platanus*. Boletim do Instituto de Pesca 61:27-31.

Grativol, A. D.; Menin, E. (1992) Anatomia comparativa funcional da cavidade bucofaringiana de *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819) (Osteichthyes, Characidae, Tetragonopterinae) e *Triportheus guentheri* (GARMAN, 1890) (Osteichthyes, Characidae, Triporthestinae). Revista Ceres, 39 (226): 564-583

Guyton, A. C.; Hall, J. E. (2011) Tratado de Fisiologia Médica. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

- Irving, P. W.; (1996) Sexual dimorphism in club cells distribution in the European minnow and immunocompetence signaling. *Journal of Fish*, 48:80-88
- Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Histologia Básica*. (2013) Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 12. ed.
- Khanna, S. S., Mehrotra, B.K. (1970) Histomorphology of the buccopharynx in relation to feeding habitats in teleosts. *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 40:61-80.
- Khojasteh S. M. B. (2012) The morphology of the post. Gastric alimentary canal in teleost fishes a brief review. 3:2.
- Lujan, N. K., & Armbruster, J. W. (2012). Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of morphology*, 273(1), 24-39.
- Leblac, A. R. H., Reisz, R. R. (2013) Periodontal ligament, cementum, and alveolar bone in the oldest herbivorous tetrapods, and their evolutionary significance. *PLoS One* 8.
- Mello, G. C. G., Santos, M. L., Arantes, F. P., Pessali, T. C., Brito, M. F. G., Santos, J. E. (2017) Morphological characterisation of the digestive tract of the catfish *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes, Pseudopimelodidae). *Acta Zoologica*, 98:1–10.
- Mohsin, S. M. (1962) Comparative morphology and histology of the alimentary canal in certain groups of Indian teleosts. *Acta Zoológica*. 43:79-133.
- Montenegro, L. A., Damasceno, D. N. F., Almeida, R. G.; Chellappa, S. (2011) Biologia alimentar do mussum, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Osteichthyes: Synbranchidae) no açude Marechal Dutra localizado no semi-árido brasileiro. *Biota Amazônia*, 1:52-60.
- Nelson, J. S. (2016) *Fishes of the world*. 6ed. Canada: John Wiley & Sons.
- Rodrigues S.S. & Menin E. (2005) Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes). *Revta Ceres* 52:843-862.
- Rodrigues, S. S., Menin, E. (2006) Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salmininae). *Biotemas*. 19:41-50.
- Rotta, M. A. (2003) Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Documentos 53 – EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN: 1517 - 1973, 48 p.
- Sampaio, A. L. A., Goulart, E. (2011) Ciclídeos Neotrópicos: Ecomorfologia Trófica. *Oecologia Australis* 4: 775-798.

Santos, M. L., Arantes, F. P., Santiago, K. B., Santos, J. E. (2015) Morphological characteristics of the digestive tract of *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875), (Characiformes: Anostomidae): An anatomical, histological and histochemical study. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87(2): 867-878.

Santos, C. M., Duarte, S., Souza, T. G. L.; Ribeiro, T. P.; Sales, F.; Araujo, F. G. (2007) Histologia e caracterização histoquímica do tubo gastrintestinal de *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae, Siluriformes) no reservatório de Funil, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*. 97:411-417.

Silva, N. B., Gurgel, H. C. B.; Santana M. D. (2005) Histologia do sistema digestório de sagüiru, *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. *Bol Inst Pesca* 31: 1-8.