



**UNIVERSIDADE FEDERAL MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**Alessa Ferreira Souza**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOHISTOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE  
*GENYATREMUS LUTEUS* (BLOCH, 1790) - (TELEOSTEI, PERCIFORMES:  
HAEMULIDAE)”**

**SÃO LUÍS, MA / 2018**

**Alessa Ferreira Souza**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOHISTOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE  
*GENYATREMUS LUTEUS* (BLOCH, 1790) - (TELEOSTEI, PERCIFORMES:  
HAEMULIDAE)”**

**Monografia apresentada ao curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau bacharel em Oceanografia.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> dra.<sup>a</sup> Melaine Mont’Alverne Lawall Silva.**

**SÃO LUÍS, MA – 2018**

Ferreira Souza, Alessa.

"Caracterização morfohistológica do trato digestório de *Genyatremus luteus*, Bloch, 1790 - Teleostei, Perciformes: Haemulidae" / Alessa Ferreira Souza Ferreira Souza. - 2018.

70 f.

Orientador(a): Melaine Mont' Alverne Lawall Silva  
Lawall Silva.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Anatomia. 2. Histologia. 3. Peixe. 4.  
Ultraestrutura. I. Lawall Silva, Melaine Mont' Alverne  
Lawall Silva. II. Título.

Alessa Ferreira Souza

**CARACTERIZAÇÃO MORFOHISTOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE  
*GENYATREMUS LUTEUS* (BLOCH, 1790) - (TELEOSTEI, PERCIFORMES:  
HAEMULIDAE)”**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Universidade Federal do Maranhão

---

Universidade Federal do Maranhão

---

Universidade Federal do Maranhão

## RESUMO

*Genyatremus luteus*, vulgarmente conhecido como peixe-pedra, é uma espécie de peixe pertencente a ordem Perciformes, família Haemulidae. É classificada como uma espécie demersal e estuarino-marinha, habita águas salobras dos estuários e zonas adjacentes, sobre fundos arenosos, lamosos e de pedras. Trata-se de uma espécie eurifágica e oportunista, que provavelmente se alimenta dos itens mais abundantes no ambiente. A escassez de informações sobre vários aspectos biológicos desta espécie pressupõe a necessidade de novas pesquisas. Com esse intuito, o presente trabalho busca acrescentar dados referentes à morfohistologia do trato digestório de *G. luteus*, relacionando com seu hábito alimentar e comparando com o observado em outras espécies. Para isso, foram utilizados 15 espécimes de peixe-pedra, dos quais foram removidos fragmentos de diferentes regiões da cavidade bucofaríngea; palato, mucosa jugal, assoalho bucal, língua, brânquias, dentes faringianos e lábio, e do tubo digestivo; esôfago, estômago, cecos pilóricos e intestino. Foram realizados estudos anátomo-histológicos e ultraestruturais desses órgãos. Os fragmentos foram fixados em solução de formol 10%, desidratados com uma bateria crescente de etanol, diafanizado em xilol, impregnados e incluídos em parafina líquida, cortados e corados hematoxilina-eosina com segundo protocolo de rotina do Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Os mesmos fragmentos citados também foram processados e observados em microscopia eletrônica de varredura, segundo protocolo do Centro de Microscopia Eletrônica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. O trato digestório de *G. luteus* apresentou estruturas morfológicas semelhantes à de outros peixes teleósteos, porém com estruturas características de sua espécie. Foi observado boca terminal, com fenda oral pequena e levemente protrátil, além de lábios finos e lisos. Quatro fileiras de dentes frontais pequenos e cônicos em forma de V apoiados nos ossos maxilares, língua delgada e presa ao assoalho bucal. Rastros branquiais curtos e espaçados, e quatro placas de dentes faringianos. A cavidade bucofaríngea apresentou-se revestida por epitélio estratificado, com ampla distribuição de botões gustativos. Em toda a extensão do tubo digestivo foi observado parede formada por quatro camadas, mucosa, submucosa, muscular e serosa. O esôfago de *G. luteus* é cilíndrico, de pequeno diâmetro e curto, com pregas longitudinais ao longo do órgão. O epitélio é biestratificado com uma camada profunda de células pavimentosas ou cúbicas e inúmeras células secretoras. O estômago é do tipo cecal com formato em 'Y', com regiões da cárdica, fúndica e pilórica bem definidas, revestido por epitélio colunar simples. A quantidade e disposição das glândulas gástricas, e a direção e posicionamento das pregas e criptas variaram de acordo com a região observada. Podem ser encontrados cerca de 5-6 cecos pilóricos, cilíndricos e de comprimento aproximadamente constante, revestidos por epitélio colunar simples, com inúmeras células caliciformes grandes e claras. O intestino de *G. luteus* apresentou-se curto, retilíneo, e o padrão de enrolamento das alças intestinais em arranjo em "N" com pregas longitudinais ao longo do órgão. Revestido por uma única camada de células colunares com células caliciformes grandes e claras com poros de secreção. A partir das descrições morfológicas e histológicas realizadas neste trabalho foi possível concluir que a espécie *G. luteus* apresenta o trato digestório adaptado ao hábito alimentar onívoro, preferencialmente carnívoro.

**Palavras-chave:** Histologia, Peixe, Anatomia, Ultraestrutura.

## ABSTRACT

*Genyatremus luteus*, commonly known as “toroto grunt” for all over the world, and in Brazil it is called “peixe-pedra” or “caicanha”, it is a fish that belongs to the Perciformes order, Haemulidae family. Classifying as a demersal and estuarine-marine species, its inhabits are brackish waters of estuaries and adjacent areas, on sandy, loamy or rocky bottoms substracts. *G. luteus* is an euphoric and opportunistic species which probably feeds on the most abundant resources in the environment. The lack of information on several morphological aspects of this species presupposes the need for further research. Therefore, the present work seeks to add data referring to the morphohistology of the digestive tract of *G. luteus*, relating to its food habit and comparing with what it is observed in other species. For this purpose, 15 specimens of the “toroto grunt” were used. There were removed fragments from different regions of the oropharyngeal cavity; palate, jugal mucosa, buccal floor, tongue, gills, pharyngeal and lip teeth, and digestive tract; esophagus, stomach, pyloric cecum and intestine. Anatomopathological and ultrastructural studies of these organs were performed. Those fragments were fixed in 10% formaldehyde solution, dehydrated with an increasing ethanol battery, diaphanized in xylol, impregnated and included in liquid paraffin, cut and stained hematoxylin-eosin with a second protocol routine from the Laboratory of Histology of the Department of Morphology of UFMA. The same fragments were also processed and observed in scanning electron microscopy, according to the protocol of the Electronic Microscopy Center of the School of Dentistry of Piracicaba - UNICAMP. The *G. luteus* digestive tract presented morphological structures similar to those of other teleost fishes, but with characteristic structures of their species. A terminal mouth was seen, with a small, slightly protractile oral cleft, and thin, smooth lips. Furthermore, there were observed four rows of small, conical V-shaped front teeth supported on the maxillary bones, thin tongue and attached to the buccal floor. Also, there were short and spaced gill rakers, and four pharyngeal teeth plates. Throughout the extension of the digestive tract, it was observed a wall formed by four layers, mucosa, submucosa, muscular and serosa. *G. luteus* esophagus is cylindrical with small diameter and short, with longitudinal folds along the organ. Its epithelium is biostratified with a deep layer of pavement or cubic cells and innumerable secretory cells. The stomach is cecal type with a 'Y' shape, with regions of the cardiac, fundic and pyloric well defined coated by simple columnar epithelium. The quantity and arrangement of the gastric glands, the direction and position of the folds and crypts varied according to the region observed. About 5-6 pyloric cecum, cylindrical and of approximately constant length, covered by simple columnar epithelium, with numerous large and clear goblet cells could be found. *G. luteus* intestine was short, rectilinear, and the bowel pattern of the intestinal loops in "N" arrangement with longitudinal folds along the organ. Coated by a single layer of columnar cells with large, clear goblet cells with secretory pores. From the morphological and histological descriptions performed in this work, it was possible to conclude that the species *G. luteus* presents the digestive tract adapted to the omnivorous food habit, preferably carnivorous.

**Keywords:** Histology, Fish, Anatomy, Ultrastructure.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às forças divinas e ao universo pela vida.

Aos meus pais. Principalmente à minha mãe, Selma Maria, que sempre foi e será a minha maior fonte de inspiração e força.

À Universidade Federal do Maranhão – UFMA, e ao departamento de Oceanografia – DEOLI, pela oportunidade de realizar a minha formação deste curso.

Sou grata à minha orientadora Melaine Lawall, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, paciência com minhas limitações e pela confiança e respeito a mim atribuídos, assim como pelos seus ensinamentos, correções e incentivos.

Ao Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Maranhão (DEMOR/UFMA).

Ao Centro de Microscopia e Imagem da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.

Aos professores da banca, especialmente à Talita Espósito por toda a ajuda.

Às meninas do Bioaqua; Rafinha, Suanny, Natalie e Kate por todo o trabalho juntas, e dias no laboratório.

Ao meu enjoado amado Leonardo Oliveira, que acredita em mim mais que todos, e está comigo sempre, me apoiando e incentivando. Um coração enorme. Te admiro, e agradeço por tudo.

À Fernanda Filgueira, pela amizade e ajuda nos momentos difíceis. Minha parceira!

Ao Hislla, pelas ilustrações feitas neste trabalho.

Aos meus amigos em geral, por estarem somando comigo nessa vida e me impulsionando a ser melhor. Amo vocês.

Em memória aos animais, agradeço respeitosamente, pois tive a oportunidade de obter valiosos conhecimentos científicos ao longo deste período em que os estudei.

Sentimentos de gratidão a todos aqueles que de alguma forma me acompanharam e contribuíram para o que sou hoje, e para que esta etapa da minha vida se tornasse uma realidade.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: <i>Genyatremus luteus</i></b> .....	<b>20</b>
<b>Figura 2: Dissecção através de uma incisão no sentido longitudinal, partindo do poro anal do animal até a cabeça</b> .....	<b>21</b>
<b>Figure 3: Aparelho histotécnico – Lupetec</b> .....	<b>21</b>
<b>Figura 4: Corador automático –KEDEE</b> .....	<b>22</b>
<b>Figura 5: Fotomicroscópio de luz (N-180M, Coleman) e sistema de análises de imagens (AxioVision)</b> .....	<b>22</b>
<b>Figura 6: Secador ao ponto crítico em equipamento da marca DentonVacuum DCP-1 (Moorestown, NJ, USA) (A) e “stubs” de alumínio com peças fixadas com auxílio de fita condutiva de carbono (B)</b> .....	<b>23</b>
<b>Figure 7: Metalizador Baltec SCD050 (Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein) (A) e Microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM5600LV (Tokyo, Japan) (B)</b> .....	<b>23</b>
<b>Figura 8: Boca terminal, com fenda oral pequena e levemente prostrátil. Os lábios são relativamente finos sendo sua superfície delgada e lisa, com o lábio inferior ligeiramente mais espesso que o superior, possuindo maior mobilidade (Ilustração: Gabriel Hislla)</b> .....	<b>24</b>
<b>Figura 9: Arcos branquiais com rastros branquiais e filamentos branquiais (Ilustração: Gabriel Hislla)</b> .....	<b>25</b>
<b>Figura 10: As placas faríngeas de diferentes tamanhos com dentes com formas e tamanhos variáveis.</b> .....	<b>25</b>
<b>Figura 11: Tubo digestório - a. Esôfago; b. Estômago cárdico; c. Estômago fúndico; d. Estômago pilórico; f. Intestino.) (Ilustração: Gabriel Hislla)</b> .....	<b>25</b>
<b>Figura 12: Lábio revestido por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (A), lâmina própria constituída por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado (B) e placa cartilagem elástica rica em células (C) (Aumento: 4X)</b> .....	<b>27</b>

<b>Figura 13: Botão gustativo com células centrais alongadas e fusiformes com núcleos ovais (A) e células de sustentação formam globosas intercaladas (B) (Aumento: 40X) .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 14: Porção superficial do lábio (A) (Aumento 25X) e botões gustativos na porção externa do lábio (B) (Aumento 400X) .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 15: A) Língua revestida por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado (a) apresentando porção central constituída por placa de cartilagem hialina (b) com alguns aglomerados de células adiposas (c) (Aumento: 4X). B) (a) Epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado, (b) ossificação endocondral, (c) tecido conjuntivo frouxo e grande quantidade de tecido adiposo e (d) feixes de musculatura esquelética estriada (Aumento: 4X).....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 16: Superfície dorsal da língua com pregas e botões gustativos (A) (Aumento 50X) e borda lateral da língua apresentando numerosos botões gustativos (seta) (B) (Aumento 200X). .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 17: Superfície dorsal da língua com pregas e botões gustativos (A) (Aumento: 2.200X) e borda lateral da língua apresentando numerosos botões gustativos (seta) (B) (Aumento: 20X).. .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 18: Ampla distribuição de dentes faríngeos em seus vários estágios de desenvolvimento (A) (Aumento: 4X). Osso alveolar (a) com dentes faríngeos em formação (b) (B) (Aumento: 10x). MEV ampla distribuição de dentes faríngeos e seus diferentes tamanhos e formatos sob a placa faríngea (C e D) (Aumentos: 10X e 50X).....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 19: Palato revestido por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (a) sobreposto a lâmina própria formada por tecido conjuntivo denso não modelado (b) seguido por faixa extensa de tecido conjuntivo frouxo (c). Peças ósseas (d) e tecido muscular esquelético (e). (A, B e C) (Aumento: 4X e 10X). Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado* e Lâmina própria (LP) (D) (Aumento: 20X).....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 20: Pregas palatinas (A) (Aumento: 100X). Botões gustativos (Aumentos: 550X)...</b>	<b>35</b>
<b>Figura 21: Rastros branquiais formados por projeções ósseas com pequenos espaços medulares (a) e revestidos por tecido epitelial estratificado (b). Subjacente nota-se capa de tecido conjuntivo denso não modelado (c), sobreposto a faixa de tecido adiposo (d) e, ainda, placa óssea (e) (Aumento: 10X).....</b>	<b>36</b>

<b>Figura 22: Brânquias formadas por lamelas primárias (a) e secundárias (b) (Aumento: 4X).....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 23: Brânquias (A e B) (Aumentos: 18X e 330X) e arcos branquiais (C e D) (Aumento: 200X e 500X) .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 24: Esôfago – Camadas: mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) e serosa (4) (Aumento: 4X).....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 25: Esôfago - Camada mucosa: Epitélio biestratificado (1), lâmina própria (2), muscular (3) (Aumento: 10X).....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 26: Esôfago - Formações tortuosas na superfície (Aumento: 200X) .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 27: Esôfago - Espessa camada de muco (seta) (Aumento: 1000 X).....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 28: Esôfago – Superfície das células mucossecretoras (Aumento: 3500 X).....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 29: Região de transição do esôfago para o estômago - Epitélio esofágico, com células secretoras grandes e claras (1), por um epitélio gástrico colunar simples (2). Camada submucosa constituída por tecido conjuntivo com grande quantidade de glândulas (3) (Aumento: 10X) .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 30: Estômago – Camadas: mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) (Aumento: 4X).....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 31: Estômago - Camada mucosa: Epitélio colunar simples com células colunares epiteliais apresentam núcleo basal e região citoplasmática apical (1), lâmina própria (2) e camada submucosa (3) (Aumento: 20X) .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 32: Região fúndica do estômago – Camadas: mucosa (1) submucosa (2) e muscular (3) (Aumento: 4X). .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 33: Região fúndica do estômago – Camada mucosa – epitélio colunar simples (1), lâmina própria (2), glândulas tubulares (3) e fossetas gástricas (seta) (Aumento: 20X) .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 34: Região fúndica do estômago – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3), e fossetas gástricas (seta) (Aumento: 10X).....</b>	<b>44</b>

<b>Figura 35: Região pilórica do estômago – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3) (Aumento: 10X) .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 36: Região pilórica do estômago – Camada mucosa: epitélio colunar simples (1), células caliciformes (2) e lâmina própria (3) (Aumento: 20X) .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 37: Estômago – Regiões cárdica (1), região fúndica (2) e região pilórica (3) (Aumento 18X) .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 38: Cristas ou fossetas gástricas nas regiões cárdica (1), região fúndica (2) e região pilórica (3) diferenciando-se em número, tamanho e profundidade (Aumento 500X) .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 39: Ceco pilórico – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3) e serosa (Aumento: 4X) .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 40: Camada mucosa do ceco pilórico: epitélio colunar simples (1), células caliciformes (2) e lâmina própria (3) .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 41: Ceco pilórico com vilosidades em toda sua extensão (Aumentos de 18X (1), 100X (2) e 430X (3) .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 42: Intestino – Camada mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) e serosa (4) (Aumento: 4X).....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 43: Intestino – Camada mucosa: epitélio colunar simples com células caliciformes (1), Camada submucosa: tecido conjuntivo (2), Camada muscular circular (3), Camada serosa (4) (Aumento de 20X) .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 44: Intestino com vilosidades em toda sua extensão (Aumentos de 18X).....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 45: Vilosidades intestinais nas regiões anterior (1), média (2) e região posterior (3) (Aumento: 500X) .....</b>	<b>50</b>

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
2.	OBJETIVO.....	15
2.1	Geral.....	15
2.2	Específicos.....	15
<b>3.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
3.1	Características morfológicas do trato digestivo dos peixes em relação aos hábitos alimentares.....	16
3.2	Espécie em estudo.....	18
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1	Área de estudo e coleta.....	20
4.2	Processamento macroscópico.....	20
4.3	Processamento microscópico.....	20
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
5.1	Anatomia macroscópica.....	24
5.1.1	Cavidade bucofaríngea.....	24
5.1.2	Tubo digestório.....	26
5.1.2.1	Esôfago.....	26
5.1.2.2	Estômago.....	26
5.1.2.3	Cecos.....	26
5.1.2.4	Intestino.....	26
5.2	Microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV).....	27
5.2.1	Cavidade bucofaríngea.....	27
5.2.2	Lábio.....	27
5.2.3	Língua.....	29
5.2.4	Mucosa jugal.....	32

5.2.5	Aparelho dentário faringiano.....	32
5.2.6	Palato.....	33
5.2.7	Aparelho branquial faringiano.....	35
5.2.8	Tubo digestivo.....	38
5.2.8.1	Esôfago.....	38
5.2.8.2	Estômago.....	41
5.2.8.3	Cecos pilóricos.....	47
5.2.8.4	Intestino.....	48
6.	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
6.1	Cavidade bucofaríngea.....	51
6.2	Lábios.....	52
6.3	Dentes.....	53
6.4	Língua.....	54
6.5	Aparelho branquial faringiano.....	54
6.6	Aparelho dentário faringiano.....	55
6.7	Esôfago.....	56
6.8	Estômago.....	59
6.9	Cecos.....	59
6.10	Intestino.....	60
7.	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos países com maior potencial para a expansão da Aquicultura, especialmente da piscicultura, considerando a crescente demanda mundial por alimentos de origem aquática em função da expansão populacional com aumento gradual da preferência por alimentos mais saudáveis. Além disso, o país apresenta grande potencial hídrico e climático, com a ocorrência natural de espécies aquáticas que compatibilizam interesse zootécnico e mercadológico, o que possibilita a criação de diversas espécies de peixes (BRASIL, 2013<sup>a</sup>).

A aquicultura ainda desponta como a alternativa mais viável para o contínuo aumento da oferta de alimento nos próximos anos, visto que a pesca se encontra com a produção estabilizada desde a década de 1990 (FAO, 2014a). Segundo o levantamento estatístico feito pela Associação Brasileira de Piscicultura (PEIXE BR), e publicado no Anuário Brasileiro da Piscicultura – edição 2018, a piscicultura brasileira produziu 691.700 toneladas de peixes de cultivo em 2017. Esse resultado é 8% superior ao de 2016 (640.510 t).

Segundo Sofia (2016), há a estimativa de que o Brasil deva registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025, dependendo dos investimentos no setor, sendo as regiões brasileiras com maior produção a região Norte (Rondônia e Amazonas), seguida das regiões Centro – Oeste (Mato Grosso e Goiás) e Nordeste (Maranhão).

Dentre muitos fatores, o sucesso no cultivo de peixes está associado ao conhecimento das características morfofisiológicas e comportamentais das espécies em criação, em todas as fases de desenvolvimento, sendo o estudo das características do aparelho digestivo e sua relação com os hábitos alimentares um dos fatores mais importantes (ROTTA, 2003).

Diversos autores vêm estudando a correlação entre as amplas variações das estruturas do sistema digestório com o hábito alimentar em peixes (MAKINO, 2010). Segundo eles, as especializações tróficas resultam de adaptações morfológicas no tubo digestório para otimização da exploração das fontes de alimento, sendo possivelmente um mecanismo de seleção natural no ambiente. Para Kapoor et al., (1975), em algumas espécies as diferenças estão relacionadas intimamente com a natureza do hábito alimentar, tamanho do corpo e sexo.

De acordo com Castro et al., (2002), pesquisas morfofisiológicas do tubo digestivo de espécies nativas são indispensáveis para embasar estudos direcionados para a sua criação, visando aumentar a produtividade e diminuir custos de produção e mortalidade.

Estudos histológicos e morfológicos fornecem subsídios para a caracterização dos órgãos do sistema digestório. Tudo isso aliado ao conhecimento dos hábitos alimentares facilita a compreensão da fisiologia nutricional da espécie, permitindo-se inferir as funções e determinar os processos de absorção dos nutrientes a partir da morfologia de determinados seguimentos (BORGES et al., 2010).

Embora o conhecimento da biologia de peixes esteja sendo ampliado em nível mundial, estudos morfológicos de peixes tropicais nativos ainda são incipientes. Estes trabalhos, quando relacionados ao sistema digestório dos peixes além de trazer conhecimentos nas áreas de anatomia, histologia e ecologia alimentar, contribuem também no desenvolvimento de estudos nutricionais, para o preparo de rações, no manejo alimentar e no planejamento da utilização de policultivos (ROTTA, 2003).

Portanto, há a necessidade de maiores informações que auxiliem no conhecimento da biologia de peixes, especialmente das espécies nativas que apresentam potencial econômico. Para tanto, estudos que abordam a estrutura do trato digestivo são essenciais para elucidar as diversas relações das adaptações morfológicas com os hábitos alimentares.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 GERAL**

Caracterizar morfohistologicamente o trato digestório de *Genyatremus luteus* correlacionando-o com seu regime alimentar descrito na literatura. Contribuindo assim para a ampliação dos conhecimentos biológicos da espécie.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Ilustrar as características anatômicas macroscópicas da cavidade bucofaríngea e o tubo digestório de *Genyatremus luteus*
- Descrever histologicamente a cavidade bucofaríngea e o tubo digestório de *Genyatremus luteus* identificando as camadas que compõem os órgãos e suas células
- Descrever as características ultraestruturais do epitélio de revestimento da cavidade bucofaríngea e do tubo digestório com microscopia eletrônica de varredura.
- Correlacionar os dados obtidos com o regime alimentar da espécie descrito na literatura.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO TRATO DIGESTIVO DOS PEIXES EM RELAÇÃO AOS HÁBITOS ALIMENTARES

As características morfoanatômicas do aparelho digestório dos peixes possuem estreita dependência com a natureza dos alimentos, as características do habitat, o estado nutricional e o estágio de desenvolvimento do indivíduo, manifestadas especialmente nesse aparelho, por adaptações e modificações. Essas variações morfológicas são provocadas por fatores ambientais sobre o organismo, podendo ser de caráter permanente, produzidas na evolução filogenética, como no caso das adaptações, ou, de caráter temporário, produzidas no ciclo ontogenético do indivíduo, chamadas de modificações (ANGELESCU E GNERI, 1949).

Os peixes apresentam uma diversidade morfofuncional no trato digestório, sobretudo os teleósteos, pelo fato de exibirem um elevado número de espécies e ocuparem diferentes posições na cadeia alimentar, assim, paralelamente é notável a diversidade em todos os planos corporais destes animais, ressaltada tanto na anatomia externa quanto interna (MALABARBA, 1998; KHOJASTEH, 2012).

O sistema digestório consiste no trato digestório (cavidade bucal, esôfago, estômago, intestinos delgado e grosso, reto e ânus) e suas glândulas associadas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). Em peixes, a cavidade oral é denominada como cavidade bucofaríngea, que compreende a abertura oral, cavidade oral com língua, arcos branquiais, rastros branquiais, dentes faríngeos e faringe (PREJS 1981; ROTTA 2003). Esta cavidade tem diversas funcionalidades para a alimentação do peixe tais como apreensão, mastigação e deglutição (ROTTA, 2003).

O tubo digestório, constituído pelo esôfago, estômago e intestinos é um tubo oco composto por uma luz, cujo diâmetro é variável e tem como função obter, a partir dos alimentos ingeridos, as moléculas necessárias para a manutenção, o crescimento e as demais necessidades energéticas do organismo (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2004).

Histologicamente o tubo digestório na maioria dos peixes, é constituído por camadas características divididas em região mucosa, submucosa, muscular e serosa; com peculiaridades própria dependendo do órgão e espécie estudada, assim como de outros vertebrados (STOSKOPF, 1993; DÍAZ et al., 2006). O conhecimento histológico do sistema digestório dos peixes tem extrema importância na elaboração de dietas que atendam às suas exigências

nutricionais, pois o hábito alimentar está relacionado com modificações celulares no sistema digestório dos mesmos (ARANDAS et al., 2009; ROTTA, 2003).

A forma e a posição da boca, as dentições orais e faríngea e a presença ou não de rastros branquiais mostram estreita relação com a forma de alimentação e o tipo de alimento (PREJS, 1981). Entretanto, uma mesma família pode apresentar estruturas morfológicas diversas em relação ao tipo de alimentação, na família Lutjanidae, por exemplo, as espécies ictiófagas são dotadas de dentes caniniformes bem desenvolvidos, enquanto as que se alimentam de crustáceos e moluscos ou plâncton são portadoras de dentição menos desenvolvida (MENIN, 1988).

Devido aos vários tipos de alimentos consumidos pelos peixes, estes são classificados em três principais macrogrupos: herbívoros, onívoros e carnívoros; quando há na alimentação a presença de lama, detritos ou plâncton os animais são agrupados ainda como iliófagos, detritívoros ou planctófagos, respectivamente (ROTTA, 2003)

Para Fugi e Hahn, (1991), a plasticidade na dieta de peixes obedece a certo limite pré-estabelecido pela forma do tubo digestório, cujas estruturas podem refletir as tendências alimentares da espécie. Segundo Pillay, (1952), a natureza do alimento ingerido depende primeiramente da morfologia e do comportamento alimentar do peixe, e secundariamente da composição e quantidade de alimento disponível. Além disso, a composição do alimento consumido provê informações sobre o nicho que as espécies ocupam em seu habitat conforme (NYKOLSKY, 1963).

O processo de criação em cativeiro impõe condições diferentes das encontradas em ambiente natural, tais como espaço limitado, altas densidades de estocagem, alimentação artificial e taxa de crescimento acelerada. Pouco se sabe sobre o efeito destas condições artificiais no tubo digestório dos animais cultivados (LØKKA et al., 2013).

Outros fatores também podem interferir nas características do tubo digestório, como agentes poluidores e microrganismos patogênicos, provocando alterações principalmente na superfície dos epitélios (FANTA, 2003). Neste sentido, as descrições da anatomia e histologia do trato digestório são de especial interesse para fornecer informações sobre a fisiologia da digestão, hábito alimentar, saúde das espécies, e qualidade do ambiente, de modo a auxiliar no desenvolvimento de uma dieta adequada.

### 3.2 ESPÉCIE EM ESTUDO

A família Haemulidae pertence à ordem Perciformes e inclui 17 gêneros e cerca de 145 espécies (NELSON, 2006). Os representantes desta família são conhecidos pelo ranger dos dentes faríngeos junto à bexiga natatória, como caixa de ressonância (BAUCHOT, 1992; LINDEMAN e TOXEY, 2002). Habitam regiões tropicais e subtropicais, principalmente águas marinhas e estuarinas (LINDEMAN e TOXEY, 2002). Em geral as espécies incluídas na família Haemulidae são representadas por peixes pequenos e apenas duas conseguem atingir cerca de 50 cm (CERVIGÓN et al., 1992).

Inserida na família Haemulidae encontra-se a espécie em estudo, , (*G. luteus*) popularmente conhecida como peixe-pedra, ou roncador . Encontra-se amplamente distribuída na América do Sul, desde abaixo das Antilhas passando pela costa norte do continente até a porção leste da Colômbia para o Brasil. É encontrada na plataforma continental da Guiana Francesa entre 25 a 30 metros de profundidade, e em águas marinhas do Atlântico Ocidental, mais precisamente entre a Colômbia e o Brasil, sob profundidade de até 40 metros, habitando águas costeiras, especialmente estuários e lagunas, sobre fundos de lama, areia e pedras (CERVIGÓN, 1966; ARTIGAS et al., 2003).

*Genyatremus luteus* é uma espécie demersal de médio porte (ESPÍRITO SANTO et al., 2005). No ambiente natural estima-se que sua primeira maturação ocorra com um comprimento total entre 14,7 a 34,5 cm ou com 2 a 3 anos de vida, sendo que tanto o conhecimento da biologia reprodutiva quanto da capacidade de suporte dos estoques pesqueiros é escasso (GÓMEZ et al., 2012).

Quanto ao seu hábito alimentar, Wolff et al., (2000), classifica-o como uma espécie eurifágica e oportunista, que provavelmente se alimenta dos itens mais abundantes no ambiente, como organismos bentônicos (crustáceos, bivalves e equinodermos) com menos de 10cm de comprimento, peixes (ESPÍRITO SANTO et al., 2005), e ocasionalmente de vegetais (ALMEIDA et al., 2005).

Giarrizzo & Krumme (2007), classificaram como uma espécie estuarino-marinha. Carvalho-Neta et al., (2011), em um estudo sobre peixes estuarinos do estado do Maranhão, classificou *G. luteus* como uma espécie estuarino-oportunista, a qual utiliza o estuário para completar apenas uma etapa do ciclo de vida, utilizando a área para reprodução ou alimentação.

Considerada uma das espécies mais importantes comercialmente na região nordestina devido a sua grande abundância e apreciação pela população (LESSA & NOBREGA, 2000), o peixe pedra está entre as espécies mais capturadas pela pesca artesanal, principalmente nos estados do Maranhão e Pará (ALMEIDA et al., 2011; FERNANDES et al., 2015), servindo como fonte de alimento e renda (ISAAC et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011; BENTES et al., 2012; FERNANDES et al., 2015).

E ainda, segundo Noletto-Filho, (2011), *Genyatremus luteus* constitui-se como um potencial produto aquícola, pois estudando a espécie em cativeiro observou-se uma boa adaptação ao ambiente confinado, demonstrando plasticidade trófica. Mesmo sendo um recurso em potencial, poucos estudos foram desenvolvidos sobre as características biológicas da espécie.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO E COLETA

Foram utilizados quinze peixes da espécie *G. luteus* (Figura 1) adquiridos junto a pescadores da baía de São José, no município de São José de Ribamar- MA (02° 43' 03"S, 44° 05' 21"W), como parte do projeto intitulado “SUBSÍDIO PARA O CULTIVO DO PEIXE-PEDRA (*Genyatremus luteus*): ASPECTOS DA FISIOLÓGIA DIGESTIVA DA ESPÉCIE”, aprovado pelo CONSEPE/UFMA Resolução n. 1163, PROCESSO 23115.009862/2013-39.



**Figura 2:** *Genyatremus luteus*

### 4.2 PROCESSAMENTO MACROSCÓPICO

Para a descrição e ilustração do trato digestório foram feitas observações macroscópicas e microscópicas de dois peixes, com o auxílio de microscópio estereoscópico. A posição da boca, presença e tipo dos dentes, rastros branquiais, forma do estômago, intestino e cecos pilóricos foram observados.

### 4.3 PROCESSAMENTO MICROSCÓPICO

Para análise histológica da cavidade bucofaríngea foi realizada a dissecação dos animais (Figura 2), através de uma incisão no sentido longitudinal, partindo do poro anal do animal até a cabeça. Foram removidos fragmentos dos lábios, língua, palato, assoalho bucal, mucosa jugal, das brânquias e dos dentes de *G. luteus*. Enquanto que, para análise do tubo digestório, foram retirados fragmentos do esôfago, estômago, cecos pilóricos e intestino de oito espécimes.



**Figura 2-** Dissecação através de uma incisão no sentido longitudinal, partindo do poro anal do animal até a cabeça.

Os fragmentos foram fixados por imersão em solução de formol 10% tamponado em tampão fosfato de sódio 0,1M; pH 7,4 por 18h a 4°C. Após este período, foram desidratados através de banhos em uma série crescente de etanol (70 a 100%), diafanizados em xilol, e impregnados e incluídos em parafina líquida (56°C) no aparelho histotécnico da marca Lupetec (Figura 3), segundo protocolo de rotina do Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Maranhão (DEMOR/UFMA), São Luís – MA.

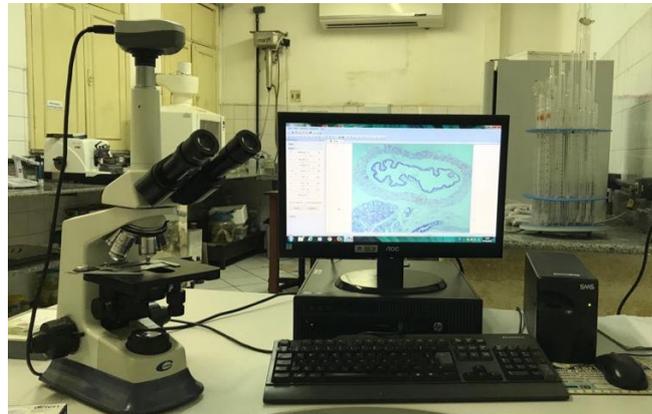


**Figura 3-** Aparelho histotécnico – Lupetec.

Foram obtidos cortes histológicos de 4 a 5 $\mu$ m de espessura, montados em lâminas de vidro e corados com Hematoxilina-eosina no corador automático de lâminas kedee (Figura 4), segundo protocolo do Laboratório de Histologia do DEMOR/UFMA. A análise do material foi realizada em um fotomicroscópio de luz (N-180M, Coleman) utilizando-se o sistema de análises de imagens (AxioVision) (Figura 5).

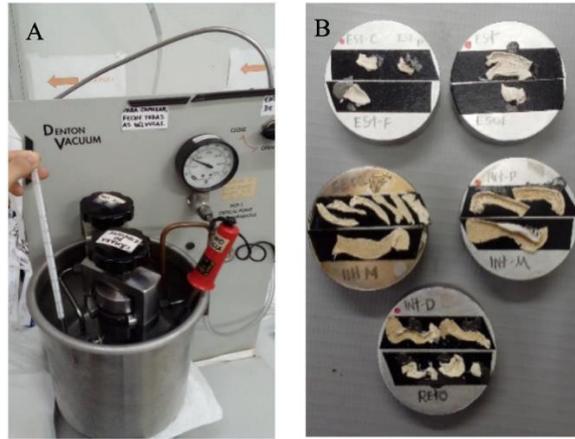


**Figura 4-** Corador automático –Kedee.

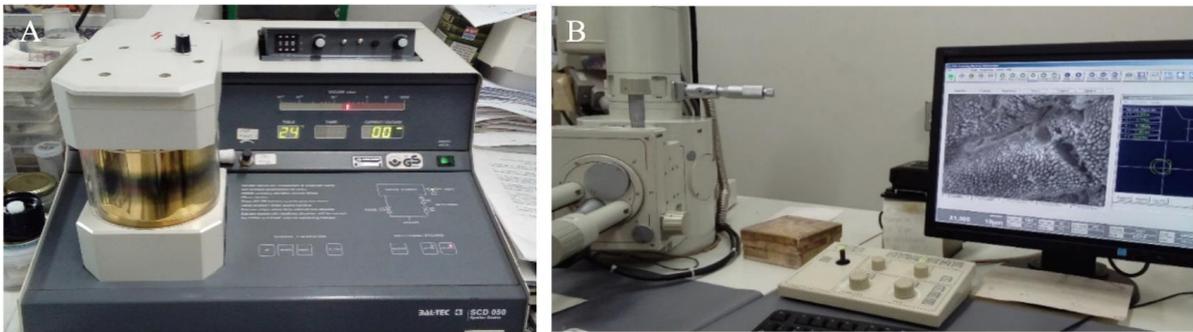


**Figura 5-** Fotomicroscópio de luz (N-180M, Coleman) e sistema de análises de imagens (AxioVision).

Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram utilizados cinco espécimes, três destas para a análise da cavidade bucofaríngea e dois para a análise do tubo digestório. Os mesmos fragmentos citados anteriormente foram fixados em solução de formol 10% tamponado em tampão fosfato de sódio 0,1M; pH 7,4 por 18h em temperatura ambiente, e após isso as peças foram submetidas à secagem ao ponto crítico em equipamento da marca DentonVacuum DCP-1 (Moorestown, NJ, USA) (Figura 6A). Em seguida as peças foram coladas em "stubs" de alumínio com auxílio de fita condutiva de carbono (Electron Microscopy Sciences, cat. # 77816, USA) (Figura 6B) e cobertas com ouro em metalizador Baltec SCD050 (Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein) por 120 segundos (Figura 7A). Para finalizar as peças foram observadas em microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM5600LV (Tokyo, Japan) (Figura 7B), sempre a uma voltagem de 15 kV, no Centro de Microscopia e Imagem da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.



**Figura 6-** Secador ao ponto crítico em equipamento da marca DentonVacuum DCP-1 (Moorestown, NJ, USA) (A) e “stubs” de alumínio com peças fixadas com auxílio de fita condutiva de carbono (B).



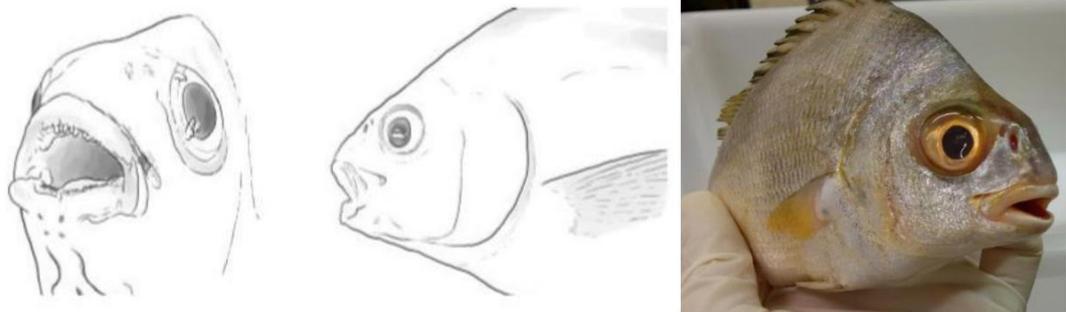
**Figure 7-** Metalizador Baltec SCD050 (Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein) (A) e Microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM5600LV (Tokyo, Japan) (B).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ANATOMIA MACROSCÓPICA

#### 5.1.1 Cavidade bucofaríngea

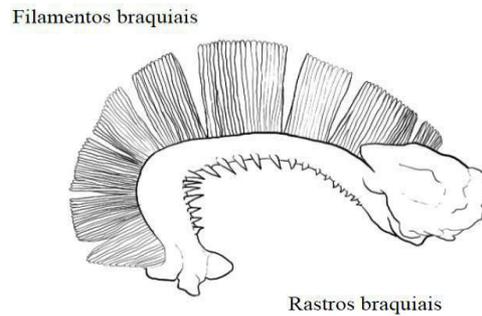
A espécie *G. luteus* apresenta boca terminal, com fenda oral pequena e levemente protrátil. Possui quatro fileiras ou placas dentíferas de dentes frontais pequenos e cônicos, cada fileira arranjada em forma de 'V' com exceção da última. Os lábios são relativamente finos, e encontram-se aderidos às respectivas maxilas e mandíbulas não sendo observados denticulos. Quando fechados, ocultam completamente as placas dentíferas, sendo sua superfície delgada e lisa e com o lábio inferior ligeiramente mais espesso que o superior, possuindo maior mobilidade. Sua língua, assim como a dos demais teleósteos, é delgada e presa ao assoalho bucal por uma membrana curta, sendo, portanto, incapaz de movimentos amplos (Figura 8).



**Figura 8-** Boca terminal, com fenda oral pequena e levemente protrátil. Os lábios são relativamente finos sendo sua superfície delgada e lisa, com o lábio inferior ligeiramente mais espesso que o superior, possuindo maior mobilidade (Ilustração: Gabriel Hislla).

O aparelho branquial faríngeo está situado na porção posterior da cabeça e é formado por quatro pares de arcos branquiais, nos quais, estão presentes os rastros branquiais (situados na superfície interna da curvatura dos arcos) e os filamentos branquiais (dispostos na superfície externa da curvatura).

O primeiro arco branquial apresentou na sua margem interna cerca de 20 rastros branquiais na forma de projeções curtas, fortes e pontiagudas voltadas para a frente. Na porção externa encontram-se numerosos filamentos branquiais igualmente espaçados (Figura 9).



**Figura 9-** Arcos branquiais com rastros branquiais e filamentos branquiais (*Ilustração: Gabriel Hislla*).

O quinto arco branquial é modificado em placas faríngeas. O aparelho dentário faríngeo é formado por quatro pares de áreas dentíferas faríngeas inferiores e superiores, localizadas no assoalho e no teto da faringe, respectivamente. As três placas da parte superior são de diferentes tamanhos, uma é grande e ovalada com dentes molariformes de tamanho variável e as outras duas são menores: com dentes pequenos, finos e cônicos (Figura 10). A placa inferior é larga e têm um formato triangular, apresentando no centro, inúmeros dentes médios e pequenos, de formato e nas extremidades poucos dentes pequenos, finos, cônicos e com a coloração amarelada.



**Figura 10-** As placas faríngeas de diferentes tamanhos com dentes com formas e tamanhos variáveis.

## **5.1.2 Tubo digestório**

### **5.1.2.1 Esôfago**

O esôfago de *G. luteus* é cilíndrico, de pequeno diâmetro e curto. Sua parede delgada possui pregas longitudinais paralelas entre si, contínuas ao longo do órgão. Não há ocorrência de esfíncter entre o esôfago e o estômago, contudo, anatomicamente nesta transição há um pequeno aumento na largura e mudança de coloração, sendo amarelado no esôfago e marrom no estômago.

### **5.1.2.2 Estômago**

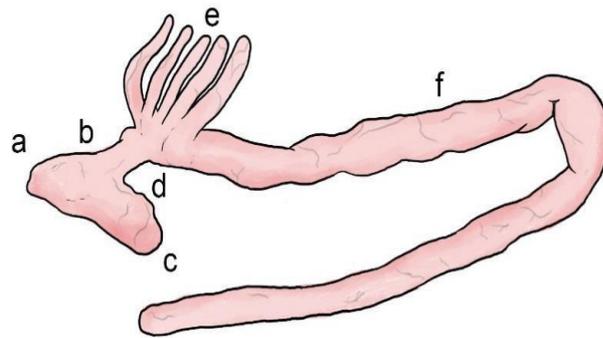
O estômago de *G. luteus* é do tipo cecal com formato em ‘Y’, com regiões da cárdica, fúndica e pilórica bem definidas. Constituída por paredes delgadas e aparência tubular, a região cárdica aumenta o diâmetro gradativamente dando origem à região fúndica, composta por parede espessa e levemente rígida, com comprimento maior que as demais e ápice arredondado, afunilando-se dorsalmente e formando a região pilórica.

### **5.1.2.3 Cecos**

O conjunto de cecos pilóricos estão localizados sobre o estômago, porém apresentam sua origem a partir da porção anterior do intestino. Na espécie estudada podem ser encontrados cerca de 5-6 cecos pilóricos, cilíndricos e de comprimento aproximadamente constante.

### **5.1.2.4 Intestino**

O intestino apresentou-se curto, retilíneo, e o padrão de enrolamento das alças intestinais em arranjo em “N” com inúmeras pregas longitudinais na mucosa, visíveis a olho nu (Figura 11).



**Figura 11**-Tubo digestório - a. Esôfago; b. Estômago cárdico; c. Estômago fúndico; d. Estômago pilórico; f. Intestino.) (Ilustração: Gabriel Hislla)

## 5.2 MICROSCOPIA ÓPTICA E ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

### 5.2.1 Cavidade bucofaríngea

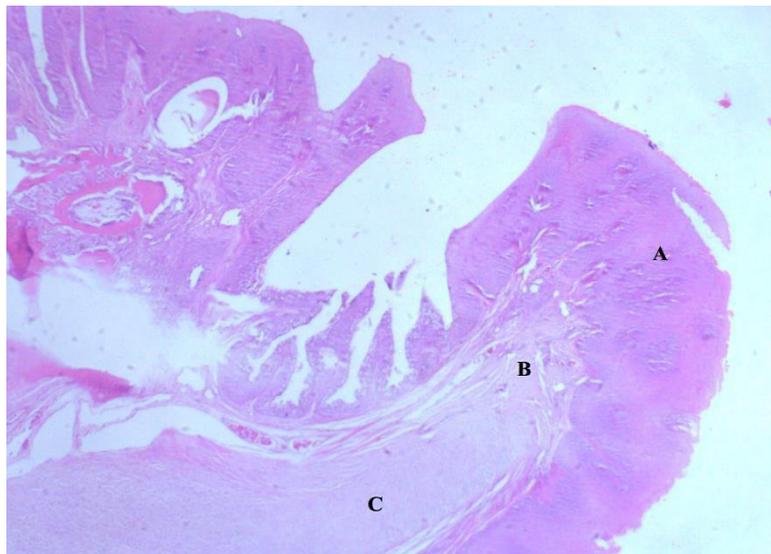
Nos espécimes estudados foi possível observar através da microscopia óptica (MO) que a cavidade bucofaríngea se apresenta revestida por epitélio estratificado que repousa sobre uma delgada membrana basal. Subjacente notou-se lâmina própria formada por tecido conjuntivo denso não modelado e mais profundamente extensa faixa de tecido conjuntivo areolar sobreposto a feixes de musculatura esquelética. De acordo com a região estudada pudemos verificar a presença de estruturas cartilagineas ou ósseas correspondentes ao esqueleto do animal.

### 5.2.2 Lábio

O lábio encontra-se revestido por um epitélio estratificado pavimentoso queratinizado apresentando projeções ora digitiformes, ora alargadas, em direção a lâmina própria. A lâmina própria é constituída por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado e está sobreposta a uma placa cartilagem elástica rica em células (Figura 12).

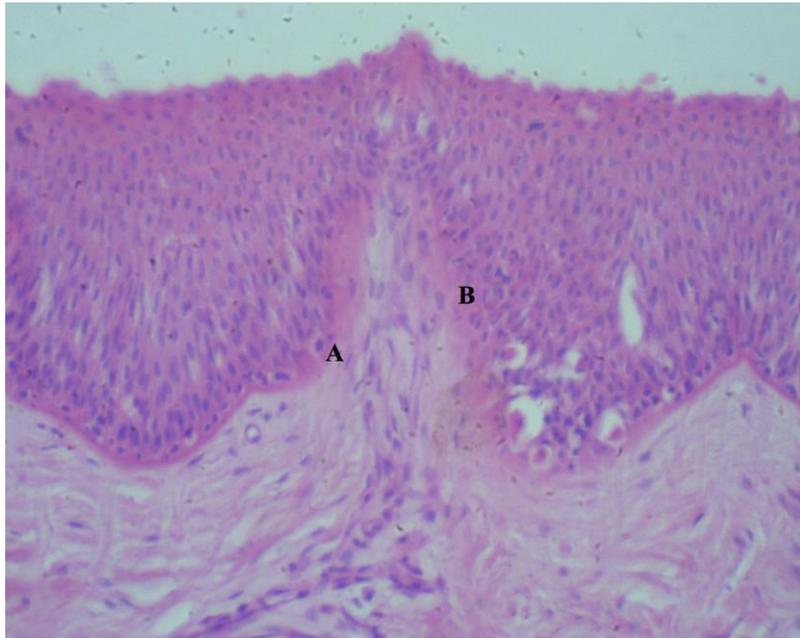
A membrana basal que une o epitélio e a lâmina própria é difícil de visualizar por se tratar de uma delgada faixa de tecido. Subjacente a essa membrana, em ambas as faces da língua (dorso e ventre), observou-se uma lâmina própria constituída por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado.

Ao alcançar o limite entre lábio e mucosa oral, em direção ao fundo de vestibulo, o epitélio torna-se gradativamente mais delgado mantendo-se ainda estratificado pavimentoso. Contudo, observa-se um grande número de células mucosas. O tecido apresenta projeções epiteliais em direção a cavidade oral que são suportadas por eixos de tecido conjuntivo denso não modelado. Na região de rebordo o tecido epitelial estratificado pavimentoso volta a espessar-se e tornar-se queratinizado e as células mucosas desaparecem. A lâmina própria encontra-se formada por tecido conjuntivo denso não modelado, bem vascularizado.

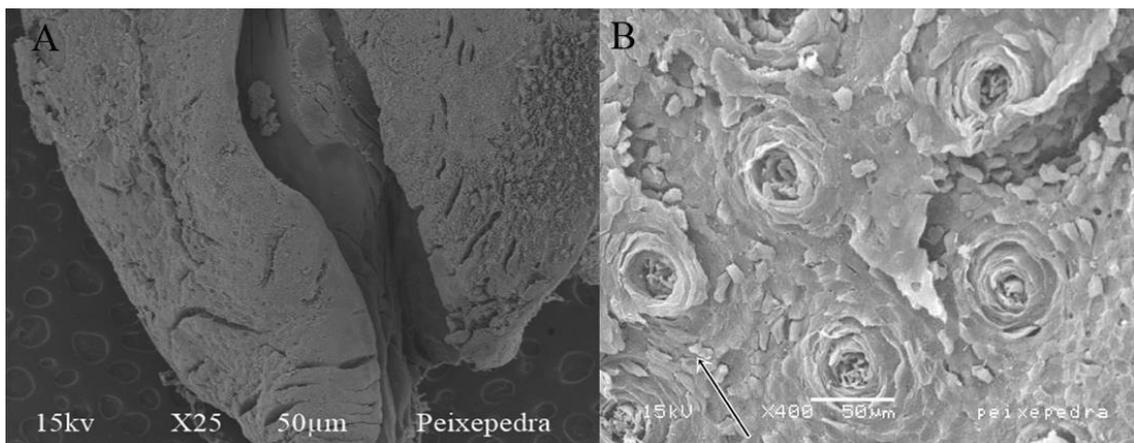


**Figura 12** – Lábio revestido por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (A), lâmina própria constituída por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado (B) e placa cartilagem elástica rica em células (C) (Aumento: 4X)

Na porção do lábio, os botões gustativos apresentam-se apoiados na membrana basal e sua região apical projetando-se para o meio externo. Sua estrutura em forma de balão é composta por 30 a 80 células fusiformes apoiadas sobre uma lâmina basal, enquanto as extremidades apicais terminam logo abaixo da superfície epitelial em uma depressão que se comunica com a superfície através de uma pequena abertura, o poro gustativo. As células situadas na porção central do botão são alongadas e fusiformes com núcleos ovais, células de sustentação formam a maior parte do botão e são globosas e se intercalam entre elas (Figura 13). Através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi possível observar uma ampla distribuição de botões gustativos funcionando principalmente como órgãos sensoriais (Figura 13 A e B).



**Figura 13** – Botão gustativo com células centrais alongadas e fusiformes com núcleos ovais (A) e células de sustentação formam globosas intercaladas (B) (Aumento: 40X).



**Figura 14** – Porção superficial do lábio (A) (Aumento 25X) e botões gustativos na porção externa do lábio (B) (Aumento 400X).

### 5.2.3 Língua

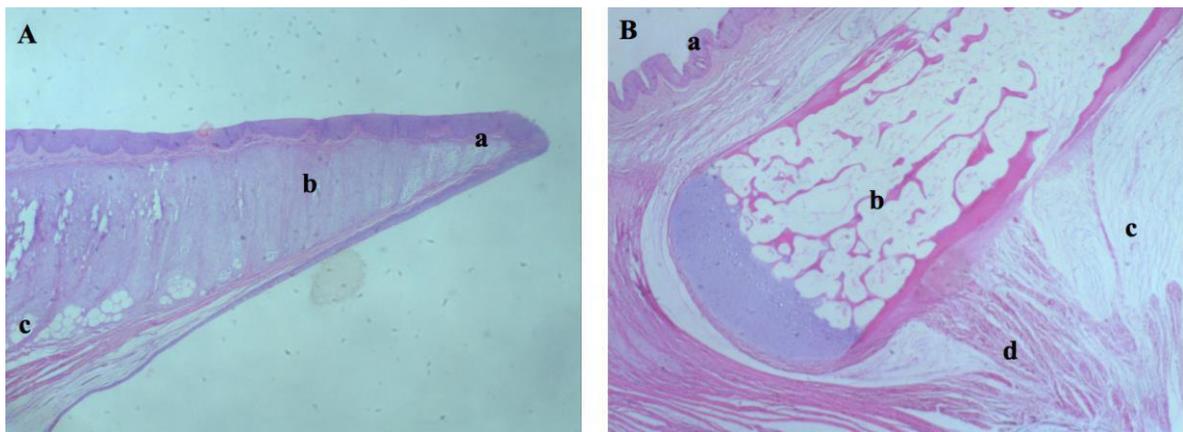
A língua apresentou sua superfície dorsal e ventral revestidas por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado constituído por células epiteliais poliédricas com núcleo

arredondado e centralizado. As células da superfície, apesar de regulares mostraram tendência ao achatamento (Figura 15A).

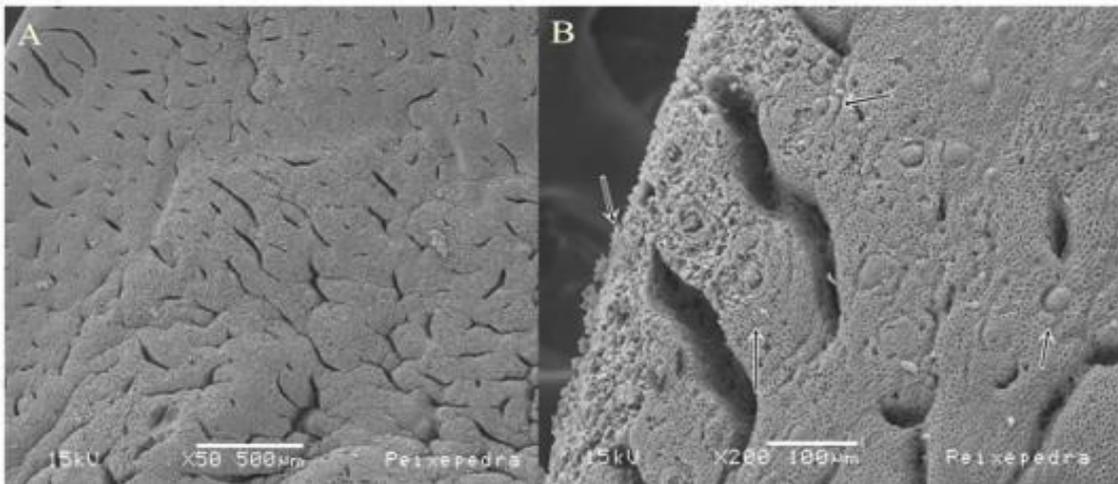
O terço anterior da língua apresenta a sua porção central constituída por uma placa de cartilagem hialina rica em células grandes, com citoplasma abundante e núcleo pequeno e central. Em alguns pontos é possível verificar a presença de células adiposas entremeadas a cartilagem o que pode conferir um aspecto de cartilagem lipohialina (Figura 15A).

Estendendo-se do terço médio da língua até a porção mais posterior observa-se, abaixo da lâmina própria de tecido conjuntivo denso não modelado, um aumento do tecido conjuntivo frouxo e a transição da placa cartilaginosa constituída por cartilagem hialina rica em células por uma zona de cartilagem epifisária que dá lugar um processo de ossificação endocondral. Nota-se claramente a zona de condrócitos hipertróficos sendo gradativamente removidos pela ação destrutiva das células da medula óssea adjacente, caracterizando a formação da estrutura óssea (Figura 15B).

No final do terço posterior da língua nota-se, envolvendo a peça óssea, tecido conjuntivo frouxo e grande quantidade de tecido adiposo. Também foi possível verificar a presença de feixes vacúolo-nervosos e alguns feixes de musculatura esquelética estriada (Figura 15B).

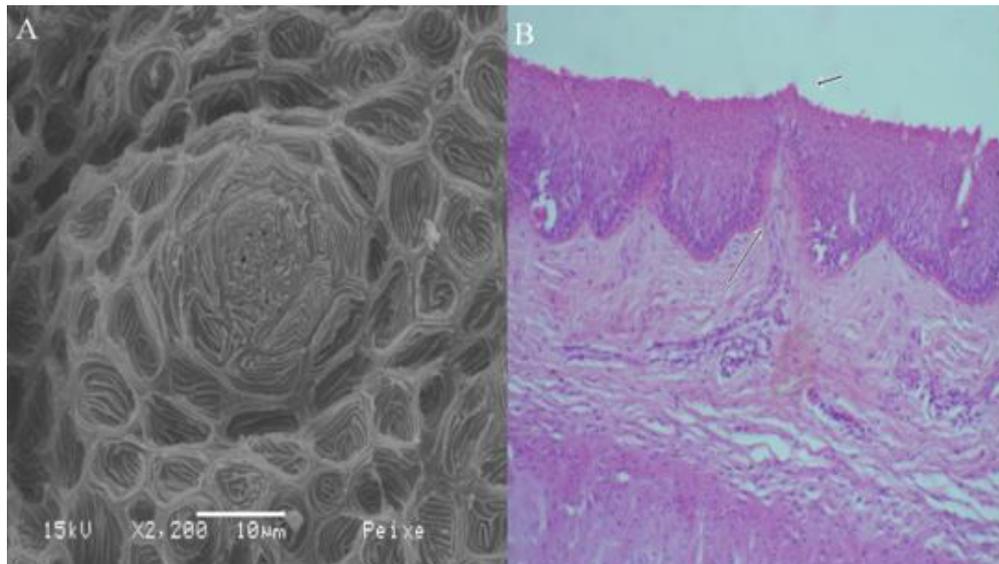


**Figura 15** – A) Língua revestida por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado (a) apresentando porção central constituída por placa de cartilagem hialina (b) com alguns aglomerados de células adiposas (c) (Aumento: 4X). B) (a) Epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado, (b) ossificação endocondral, (c) tecido conjuntivo frouxo e grande quantidade de tecido adiposo e (d) feixes de musculatura esquelética estriada) (Aumento: 4X).



**Figura 16** – Superfície dorsal da língua com pregas e botões gustativos (A) (Aumento 50X) e borda lateral da língua apresentando numerosos botões gustativos (seta) (B) (Aumento 200X).

Através da MEV foi possível observarmos na face dorsal da língua inúmeros botões gustativos e micro pregas. As células epiteliais do revestimento dessa região apresentam formato e tamanhos regulares e os botões gustativos ali identificados, apresentam forma arredondada e superfície irregular.



**Figura 17** – Superfície dorsal da língua com pregas e botões gustativos (A) (Aumento: 2.200X) e borda lateral da língua apresentando numerosos botões gustativos (seta) (B) (Aumento: 20X).

Através da MO foi possível observar a presença de uma prega de tecido mole disposta atrás do rebordo alveolar, entre este e o assoalho bucal. Tal prega apresentava revestimento de epitélio estratificado pavimentoso queratinizado com projeções em direção a cavidade bucal, suportadas por eixos de tecido conjuntivo denso modelado que formavam a lâmina própria. O corpo da prega era constituído, em sua maior parte, por tecido conjuntivo frouxo.

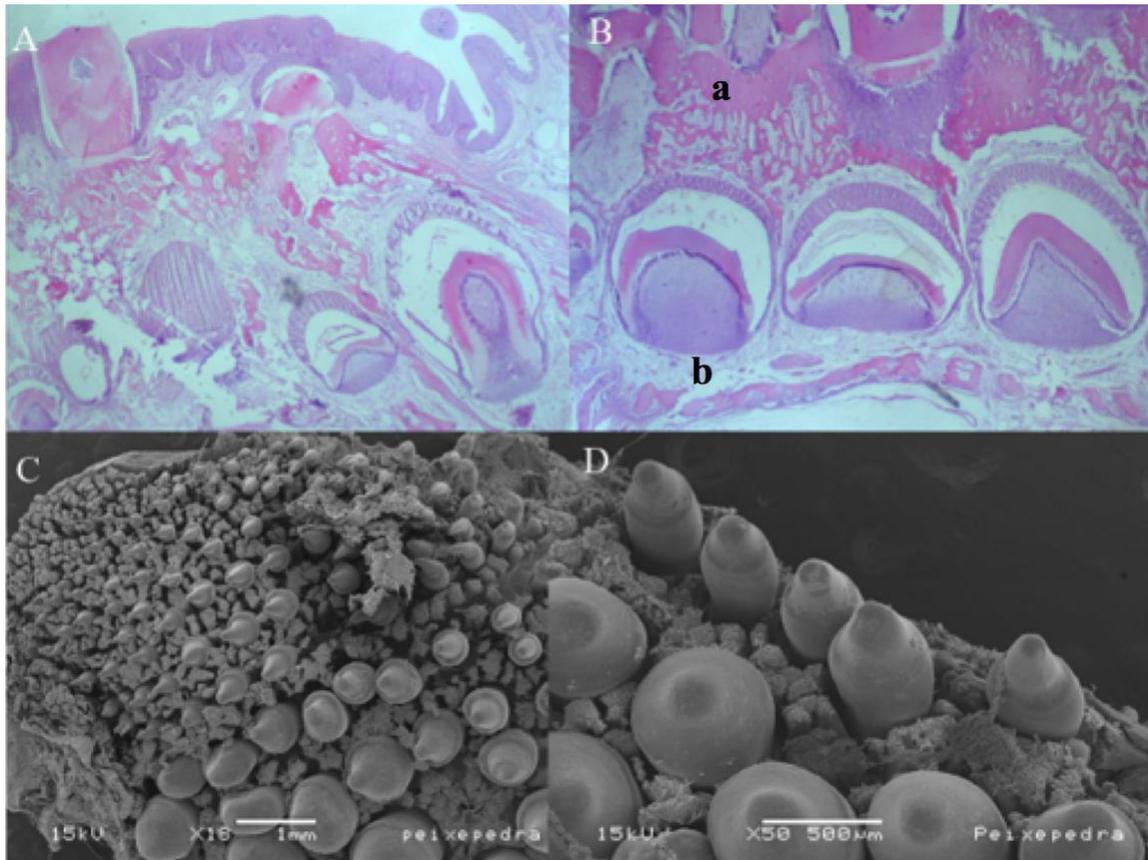
Essa prega continua-se ainda com o assoalho bucal que apresentava o mesmo tipo de revestimento epitelial, mas sem projeções. A lâmina própria torna-se mais delgada e esta disposta sobre uma faixa também fina de tecido conjuntivo frouxo. Mais profundamente notam-se feixes de tecido muscular estriado esquelético disposto tanto no sentido longitudinal quanto transversal.

#### **5.2.4 Mucosa jugal**

A mucosa jugal apresenta-se revestida por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado sobreposto a lâmina própria, a qual é constituída por estreita faixa de tecido conjuntivo denso não modelado. Gradativamente o tecido conjuntivo torna-se frouxo sendo seguido de extenso feixe de tecido muscular estriado esquelético. Adjacente ao tecido muscular podem-se observar feixes vâsculo-nervoso.

#### **5.2.5 Aparelho dentário faríngeo**

O osso alveolar apresenta-se compacto com variável numero de espaços medulares. Na peça óssea é possível observar um grande número de dentes em vários estágios de desenvolvimento e também dentes já erupcionados. Os elementos dentais já erupcionados apresentam-se constituídos por dentina e polpa. O esmalte não pode ser observado, uma vez que, o material foi descalcificado (Figura 18A e B). Os dentes faríngeos apresentam um padrão óbvio de distribuição em fileiras com forma variável, uma porção mais pontiaguda e outra mais circular, isso se deve a sua funcionalidade com relação ao alimento (Figura 18C e D). Entre os dentes é perceptível saliência epitelial e nessas saliências têm-se algumas estruturas que se assemelham a botões gustativos.



**Figura 18** – Ampla distribuição de dentes faríngeos em seus vários estágios de desenvolvimento (A) (Aumento: 4X). Osso alveolar (a) com dentes faríngeos em formação (b) (B) (Aumento: 10x). MEV ampla distribuição de dentes faríngeos e seus diferentes tamanhos e formatos sob a placa faríngea (C e D) (Aumentos: 10X e 50X).

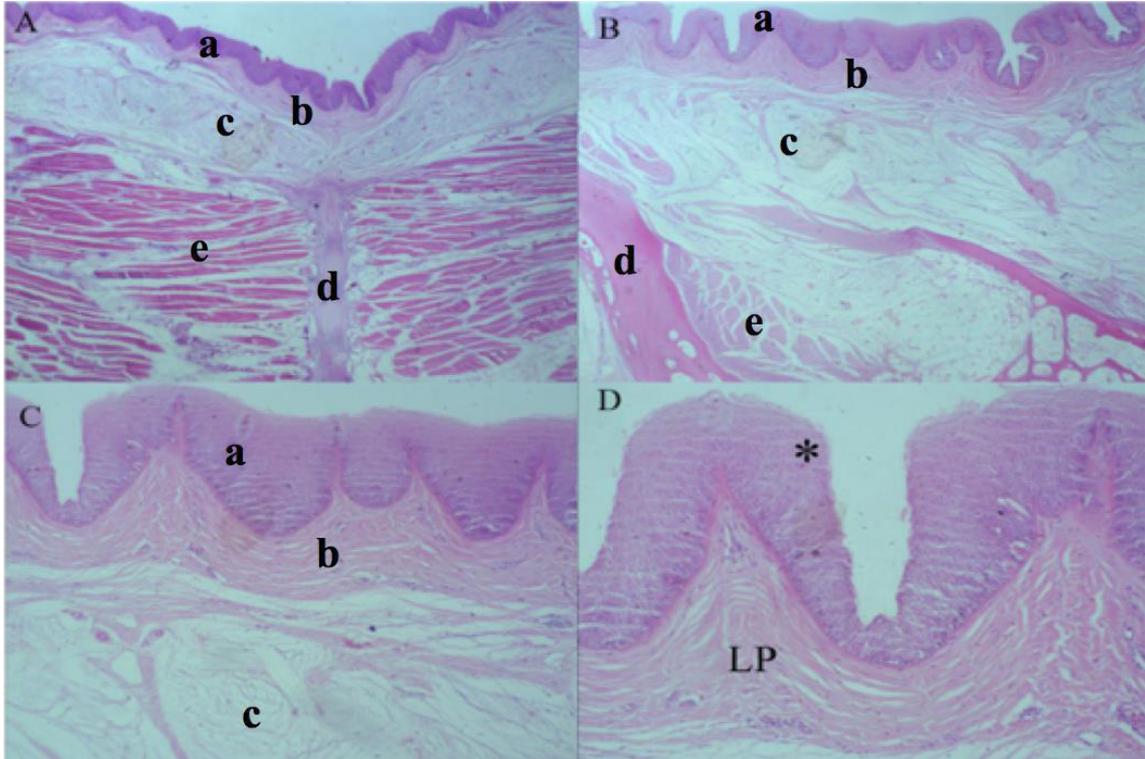
### 5.2.6 Palato

O palato dos espécimes estudados mostrou revestimento constituído por tecido epitelial estratificado pavimentoso queratinizado constituído por células epiteliais poliédricas com núcleo arredondado e centralizado. As células da superfície apresentavam achatadas e podem-se verificar células descamadas além de grande quantidade de botões gustativos.

A lâmina própria na região do palato apresentou-se formada por tecido conjuntivo denso não modelado. Em toda extensão do palato observa-se, sobreposta a lâmina própria uma espessa capa de tecido conjuntivo frouxo que se torna mais delgada na porção mais posterior.

No terço anterior do palato discretos feixes de tecido muscular estriado esquelético se sobrepõe a capa conjuntiva e se deposita imediatamente abaixo das peças ósseas que compõem a estrutura palatina dura. Em alguns cortes, pode-se ver tecido adiposo, entremeado ao tecido muscular e feixes vâsculo-nervosos. As peças ósseas do palato apresentam-se formadas por

tecido maduro com grandes espaços medulares e estão fortemente aderidas a uma capa de tecido conjuntivo, seu periósteo.



**Figura 19** – Palato revestido por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (a) sobreposto a lâmina própria formada por tecido conjuntivo denso não modelado (b) seguido por faixa extensa de tecido conjuntivo frouxo (c). Peças ósseas (d) e tecido muscular esquelético (e). (A, B e C) (Aumento: 4X e 10X). Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado\* e Lâmina própria (LP) (D) (Aumento: 20X).

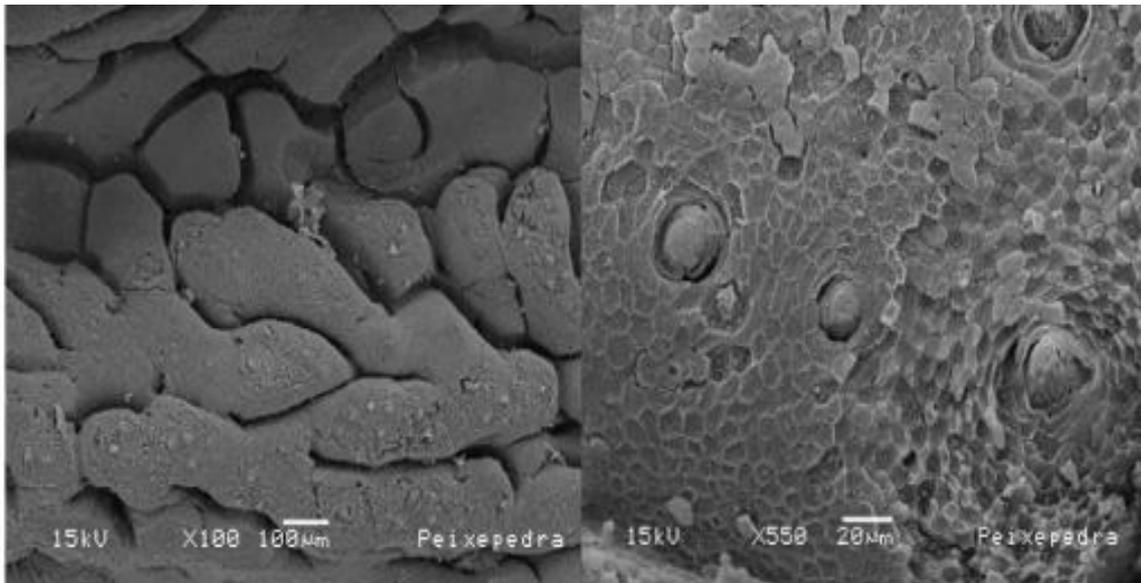
Nos terços médio e posterior do palato, foi possível verificarmos o adelgaçamento das capas conjuntivas e o espessamento das capas musculares. Além disso, foi possível observar a presença da rafe palatina.

O epitélio de revestimento da região orofaríngea é semelhante ao do palato, contudo perde sua queratinização. As projeções epiteliais podem ser observadas e grande número de botões gustativos também. À medida que se aproxima da placa faringiana podemos notar a presença de células mucosas entremeadas nas camadas epiteliais e também elementos dentais erupcionados.

A lâmina própria nessa região apresenta-se mais delgada e constituída por tecido conjuntivo ora denso não modelado ora mais frouxo. O limite entre a lâmina própria e o tecido ósseo que forma a placa faríngea muitas vezes é perdido. Entremeados ao tecido ósseo e ao

tecido conjuntivo que formam a placa, numerosos elementos dentais em diversos estágios de desenvolvimento podem ser observados.

Através da MEV foi possível verificar a presença de pregas na superfície do palato caracterizando palatinas além de botões gustativos semelhantes aos observados nas outras regiões da cavidade bucal (Figura 20).

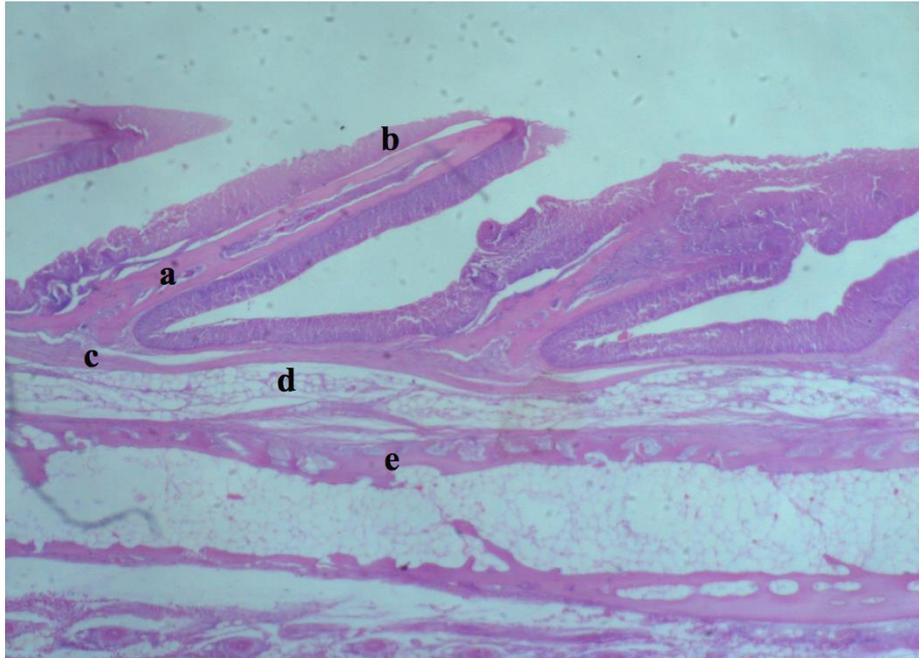


**Figura 20** – Pregas palatinas (A) (Aumento: 100X). Botões gustativos (Aumentos: 550X).

### 5.2.7 Aparelho branquial faríngeo

Os rastros branquiais são formados por projeções ósseas com pequenos espaços medulares preenchidos por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado. Revestindo a estrutura óssea, nota-se capa delgada de tecido conjuntivo denso não modelado e epitélio estratificado formado por células cúbidas grandes (Figura 21).

Suportando essas estruturas nota-se capa de tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado, sobreposto a faixa de tecido adiposo formado por células grandes e, ainda, placa óssea que dá forma aos arcos branquiais (Figura 21).

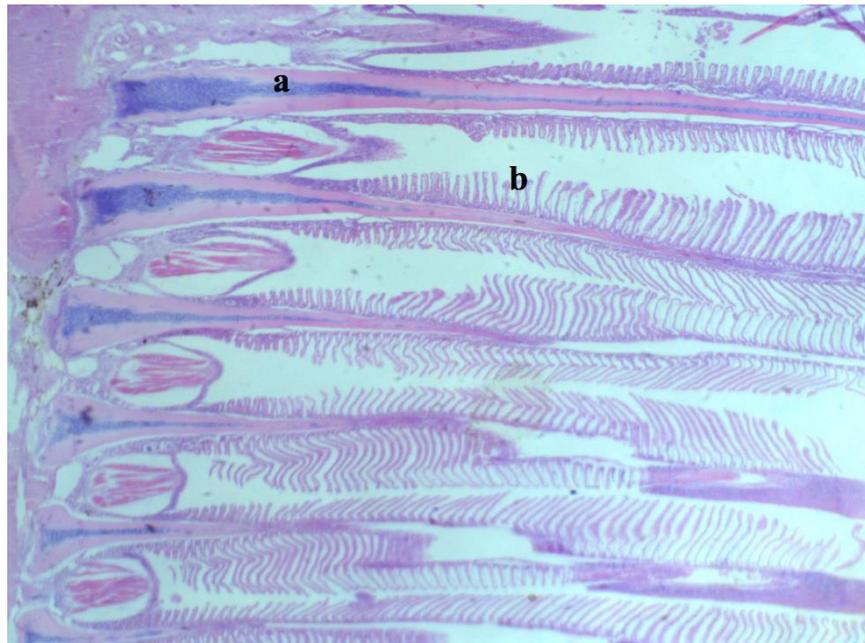


**Figura 21** – Rastros branquiais formados por projeções ósseas com pequenos espaços medulares (a) e revestidos por tecido epitelial estratificado (b). Subjacente nota-se capa de tecido conjuntivo denso não modelado (c), sobreposto a faixa de tecido adiposo (d) e, ainda, placa óssea (e) (Aumento: 10X).

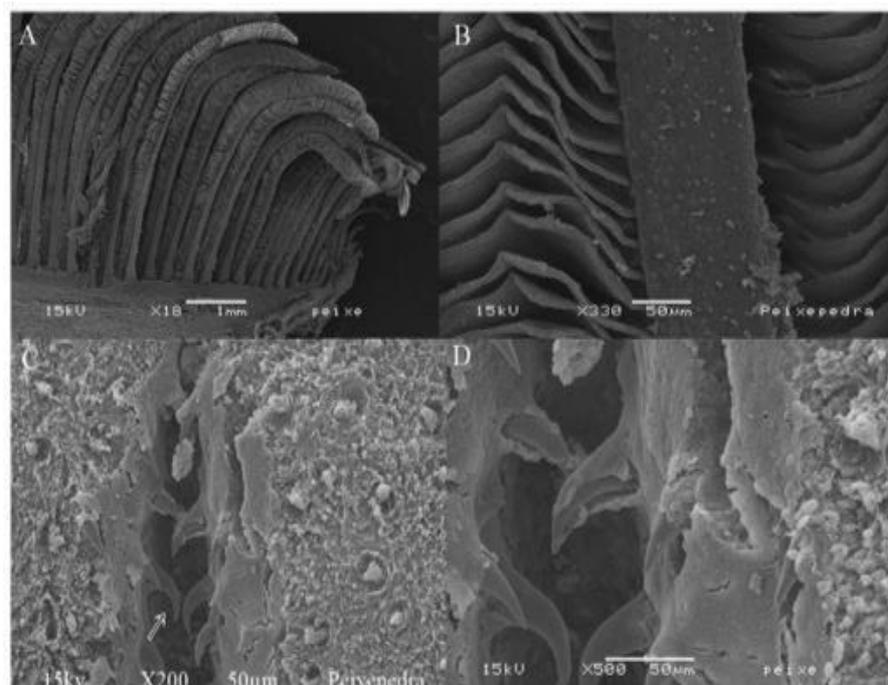
Os arcos branquiais apresentam uma estrutura óssea que passou por ossificação endocondral e ainda mantêm, nas extremidades, áreas de cartilagem hialina rica em células, além de um grande espaço medular preenchido por tecido adiposo (medula óssea amarela). Sobreposto ao tecido ósseo foi observado um sistema de vasos repleto de eritrócitos entremeados a tecido conjuntivo frouxo, tecido adiposo, e em algumas regiões tecido muscular.

As brânquias propriamente ditas apresentam-se formadas por lamelas primárias e secundárias. As lamelas primárias são constituídas por projeções de cartilagem revestida por epitélio que se organiza formando as lamelas secundárias. As lamelas secundárias apresentam-se formadas por células epiteliais e vários outros tipos celulares, como células pilares, células clorídricas e células endoteliais que formam capilares presentes na estrutura. Entre as lamelas primárias é possível notarmos a presença de feixe de fibras musculares esqueléticas (Figura 22).

Na superfície das brânquias através de MEV foi possível a visualização de filamentos branquiais e rastros branquiais assim como sua disposição no arco branquial (Figura 23A e B).



**Figura 22** – Brânquias formadas por lamelas primárias (a) e secundárias (b) (Aumento: 4X).

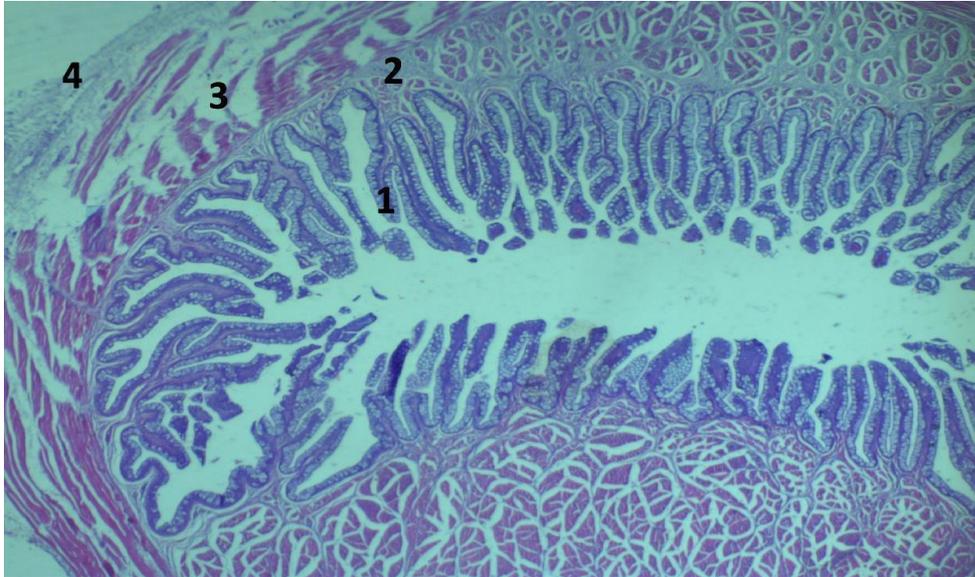


**Figura 23** – Brânquias (A e B) (Aumentos: 18X e 330X) e arcos branquiais (C e D) (Aumento: 200X e 500X).

## 5.2.8 Tubo digestivo

### 5.2.8.1 Esôfago

Histologicamente, a parede do esôfago apresenta-se constituída por quatro camadas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 24).

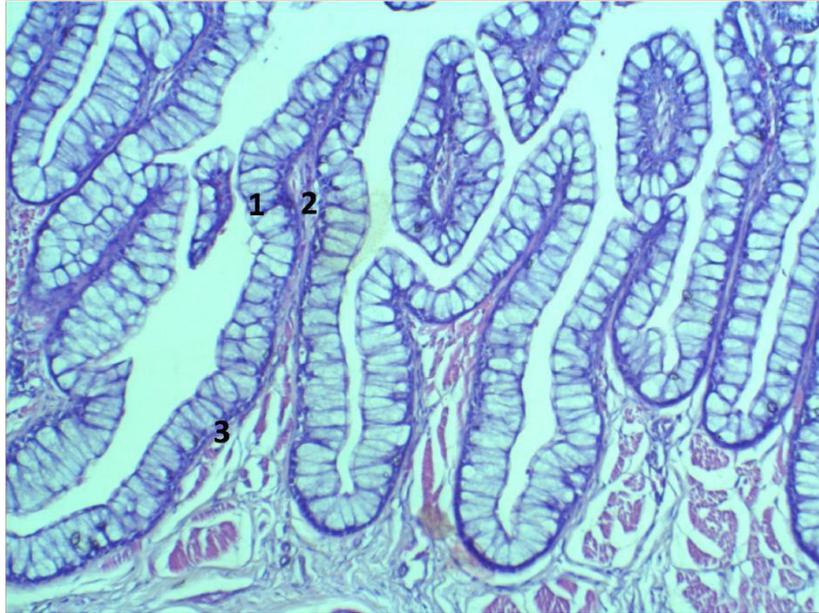


**Figura 24** – Esôfago – Camadas: mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) e serosa (4) (Aumento: 4X).

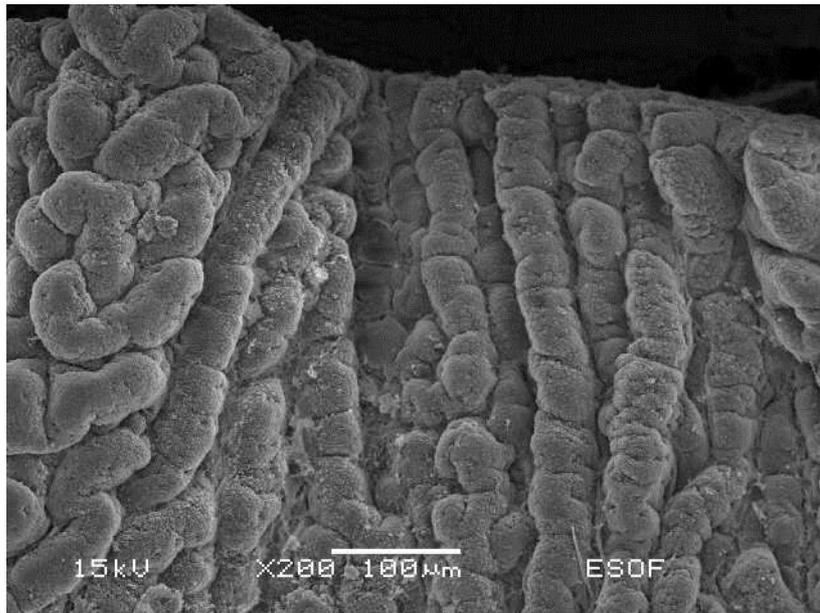
A camada mucosa apresenta-se constituída por epitélio estratificado, lâmina própria e camada muscular. O epitélio é biestratificado com uma camada profunda de células pavimentosas ou cúbicas e inúmeras células secretoras. As células secretoras são grandes e claras, com núcleos achatados localizados excentricamente. A lâmina própria é delgada e apresenta-se apoiada na camada muscular constituída por feixes de musculo estriado esquelético (Figura 25).

A camada submucosa do esôfago apresenta-se constituída por discreta capa de tecido conjuntivo aglandular, denso não-modelado, justaposta a camada muscular que apresenta duas subcamadas, uma interna, longitudinal, e outra externa, circular. Em ambas as subcamadas predominam fibras estriadas esqueléticas. Externamente o esôfago apresenta-se revestido por uma camada serosa constituída por tecido conjuntivo frouxo com alguns vasos sanguíneos.

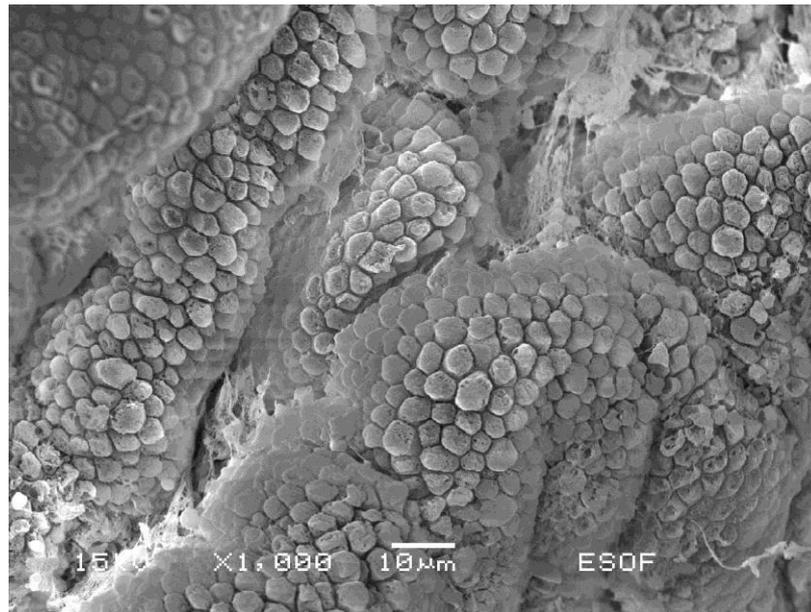
O exame da mucosa esofágica com MEV revelou formações tortuosas formando figuras em relevo (Figura 26). Em um aumento de 1000X é possível verificar a presença de uma espessa camada de muco, que foi secretado pela grande quantidade de células mucossecretoras visualizadas através da microscopia óptica (Figura 27).



**Figura 25** – Esôfago - Camada mucosa: Epitélio biestratificado (1), lâmina própria (2), muscular (3) (Aumento: 10X).

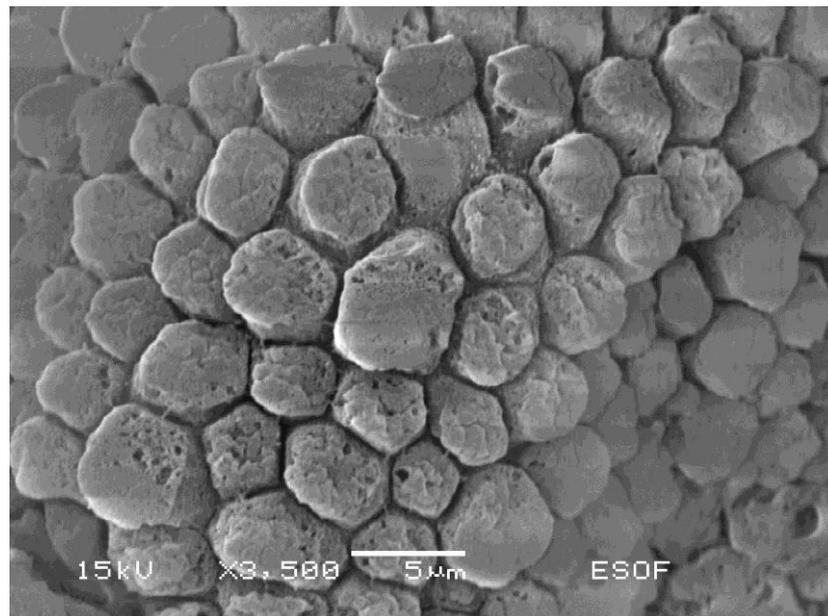


**Figura 26** – Esôfago - Formações tortuosas na superfície (Aumento: 200X).



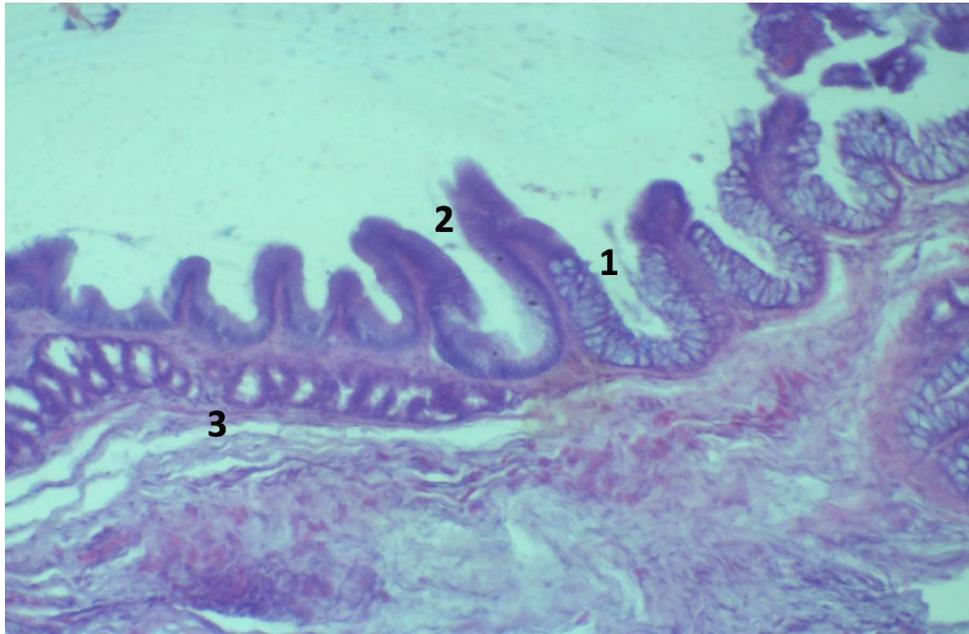
**Figura 27** – Esôfago - Espessa camada de muco (seta) (Aumento: 1000 X).

No aumento de 3500X é possível individualizar a superfície de cada uma das células mucossecretoras que compõem o epitélio de revestimento esofágico (Figura 28).



**Figura 28** – Esôfago – Superfície das células mucossecretoras (Aumento: 3500 X).

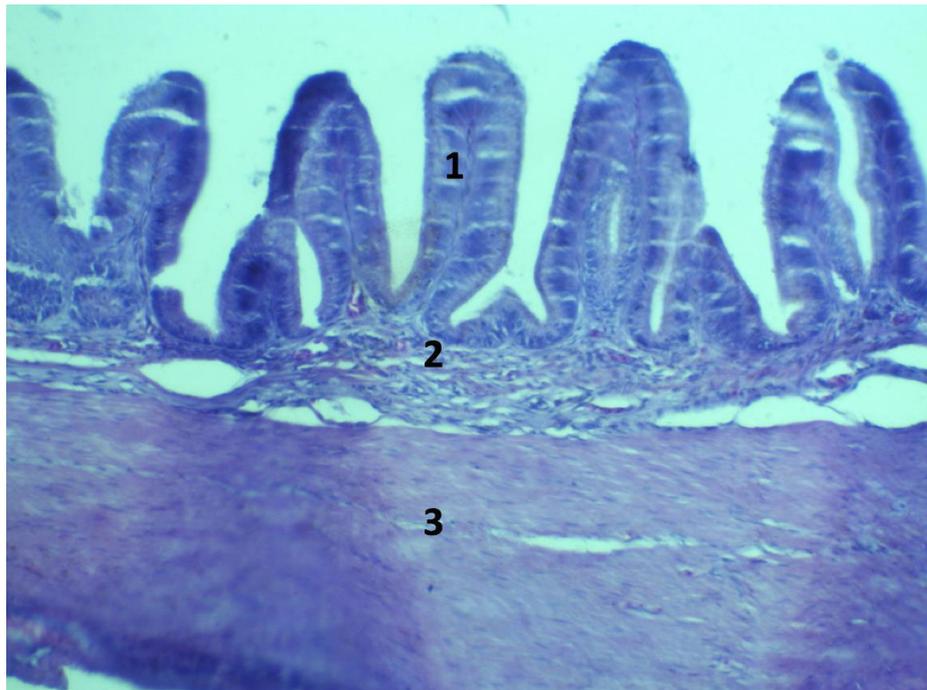
A região de transição do esôfago para o estômago apresentou uma substituição abrupta do epitélio esofágico, com células secretoras grandes e claras (1), por um epitélio gástrico colunar simples (2). A lâmina própria da camada mucosa é delgada e apresenta-se apoiada na camada submucosa constituída por tecido conjuntivo com grande quantidade de glândulas (3) (Figura 28). As camadas muscular e serosa dessa região assemelham-se aquela observada na grande extensão do esôfago.



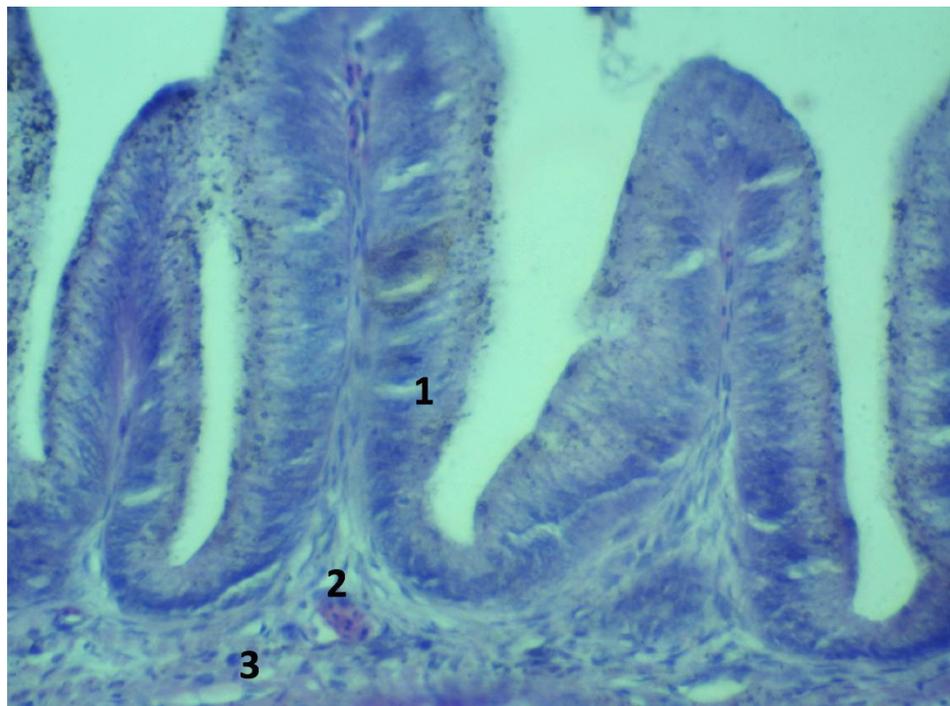
**Figura 29** - Região de transição do esôfago para o estômago - Epitélio esofágico, com células secretoras grandes e claras (1), por um epitélio gástrico colunar simples (2). Camada submucosa constituída por tecido conjuntivo com grande quantidade de glândulas (3) (Aumento: 10X).

### 5.2.8.2 Estômago

Histologicamente, a parede da região cárdica do estômago apresenta-se constituída por quatro camadas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 29). A camada mucosa apresenta-se constituída por epitélio colunar simples e lâmina própria. As células colunares epiteliais apresentam núcleo basal e região citoplasmática apical. A lâmina própria é delgada e apresenta-se apoiada na camada submucosa, sendo difícil distinguir uma da outra. Não se observa a camada muscular da mucosa nessa região (Figura 30).



**Figura 30** – Estômago – Camadas: mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) (Aumento: 4X).

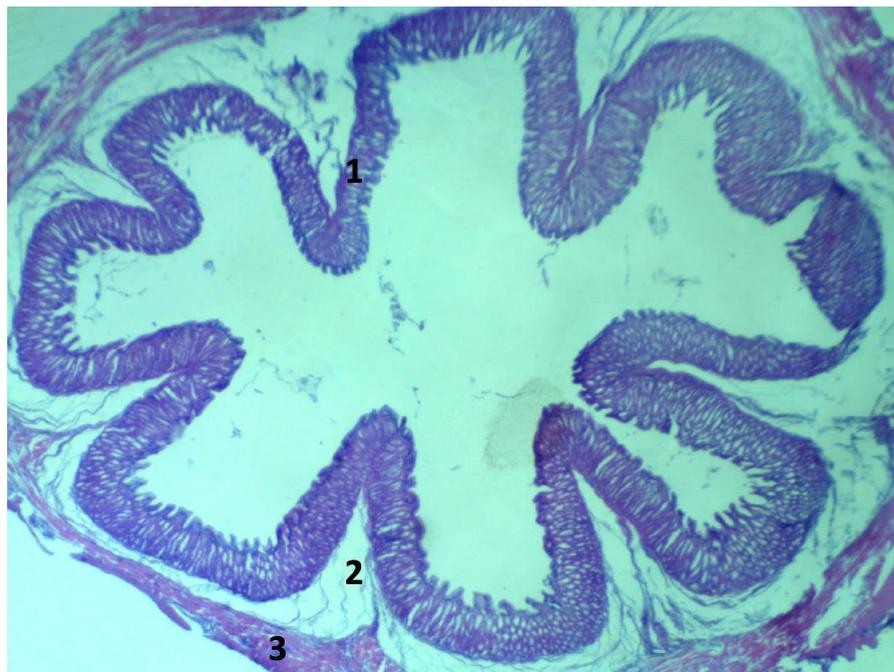


**Figura 31** - Estômago - Camada mucosa: Epitélio colunar simples com células colunares epiteliais apresentam núcleo basal e região citoplasmática apical (1), lâmina própria (2) e camada submucosa (3) (Aumento: 20X).

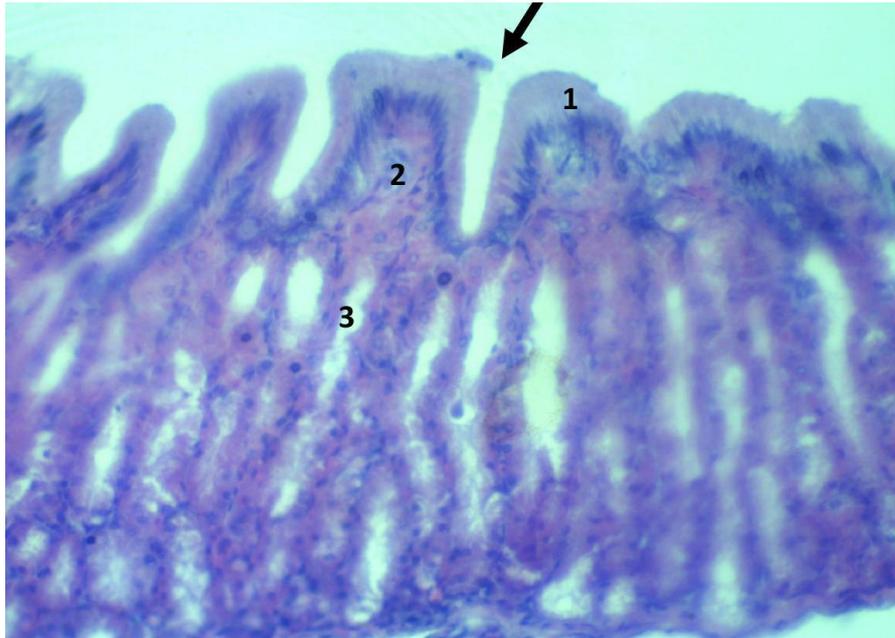
A camada submucosa localiza-se entre a camada mucosa e a muscular e apresenta-se constituída por tecido conjuntivo denso não modelado bem vascularizado. Nota-se na região de transição entre o esôfago e o estômago grande quantidade de glândulas que a diminuem gradativamente nas porções mais próximas a região fúndica.

A camada muscular apresenta duas túnicas, uma interna circular e outra externa, longitudinal, compostas por fibras musculares lisas. A túnica circular interna mostrou-se mais desenvolvida. Foi possível verificar ainda discreta serosa constituída por tecido conjuntivo frouxo

A região fúndica apresentou-se constituída por quatro camadas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 31). Trata-se de uma região com características peculiares por apresentar grande quantidade de pregas mucosas revestidas por epitélio colunar simples com células colunares apresentando núcleo basal e região citoplasmática apical. Também é possível verificar as microvilosidades e fossetas gástricas aonde desemboca grande quantidade de glândulas tubulares encontradas na lâmina própria da camada mucosa (Figura 32).

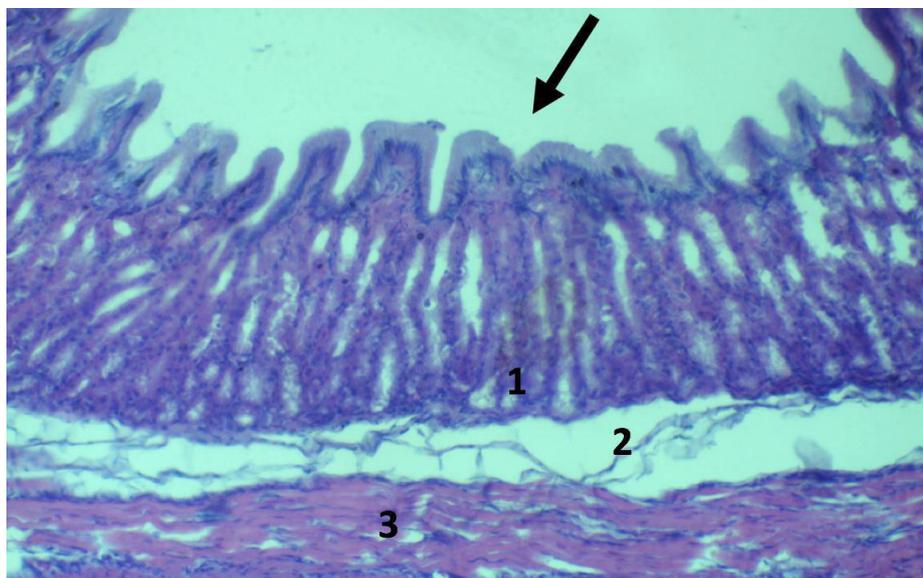


**Figura 32** – Região fúndica do estômago – Camadas: mucosa (1) submucosa (2) e muscular (3) (Aumento: 4X).



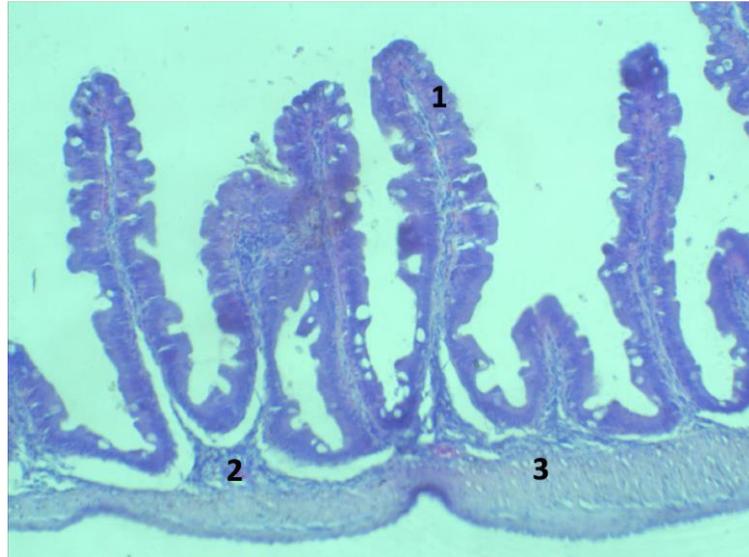
**Figura 33** – Região fúndica do estômago – Camada mucosa – epitélio colunar simples (1), lâmina própria (2), glândulas tubulares (3) e fossetas gástricas (seta) (Aumento: 20X).

A camada submucosa é constituída por tecido conjuntivo frouxo apoiado na camada muscular formada por duas túnicas de musculatura lisa, uma interna circular e, outra externa, longitudinal. A túnica interna apresenta-se mais desenvolvida que a externa (Figura 33).



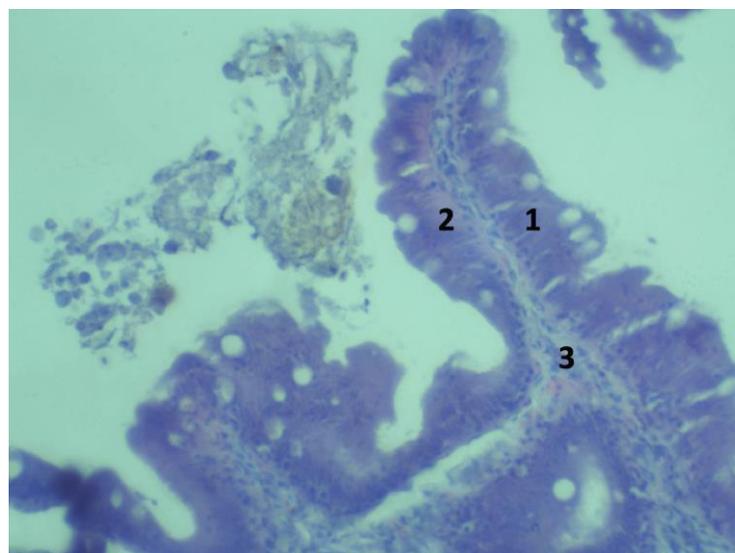
**Figura 34** – Região fúndica do estômago – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3), e fossetas gástricas (seta) (Aumento: 10X).

A região pilórica apresentou-se constituída por quatro camadas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 34).



**Figura 35** – Região pilórica do estômago – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3) (Aumento: 10X).

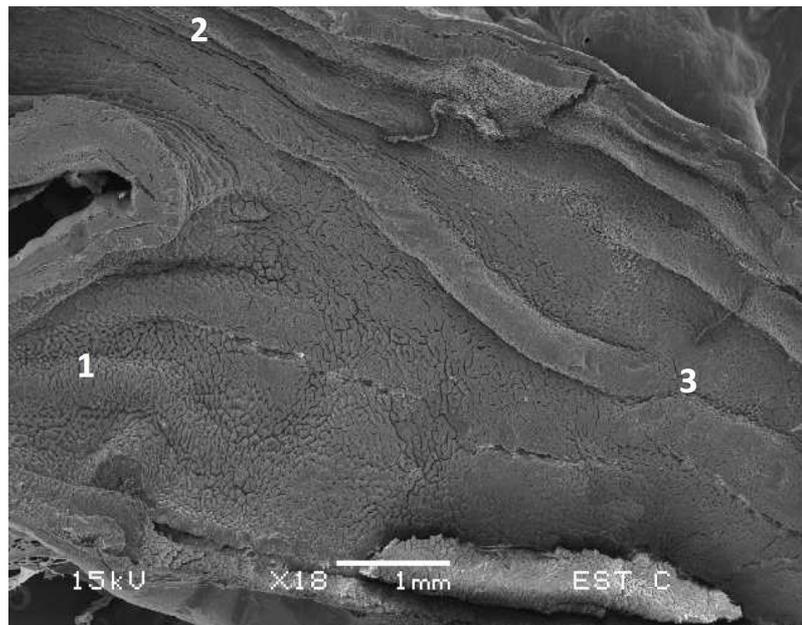
A camada mucosa apresenta epitélio de revestimento colunar simples, com núcleo basal e região citoplasmática apical. Além disso, foram observadas células caliciformes grandes e claras com poros de secreção. A lâmina própria é delgada e apresenta-se apoiada na camada submucosa, sendo difícil distinguir uma da outra. Não se observa a camada muscular da mucosa nessa região (Figura 35).



**Figura 36** – Região pilórica do estômago – Camada mucosa: epitélio colunar simples (1), células caliciformes (2) e lâmina própria (3) (Aumento: 20X).

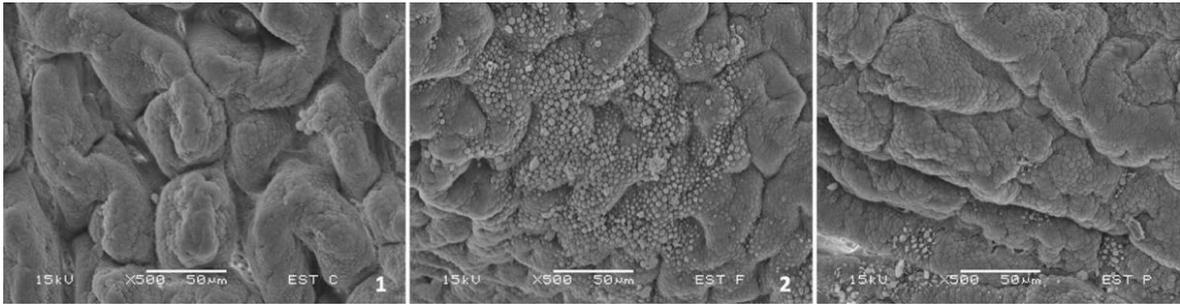
A camada submucosa é constituída por tecido conjuntivo frouxo e encontra-se apoiada na camada muscular formada por duas túnicas de musculatura lisa, uma interna circular e, outra externa, longitudinal. A túnica interna apresenta-se mais desenvolvida que a externa.

As observações em MEV no aumento de 18X permitiram a visualização detalhada superfície das pregas gástricas em toda a sua extensão. A direção e posicionamento das pregas variou de acordo com a região observada cárdica, fúndica ou pilórica (Figura 36).



**Figura 37** - Estômago – Regiões cárdica (1), região fúndica (2) e região pilórica (3) (Aumento 18X).

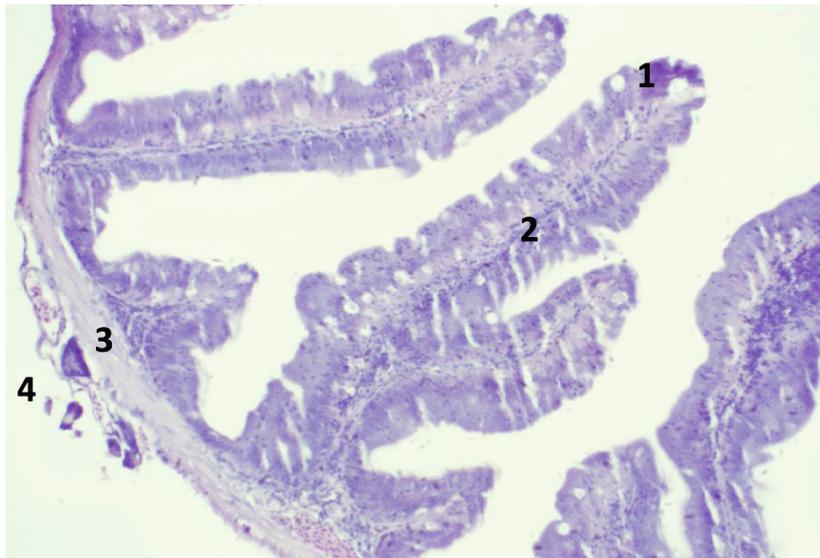
As criptas ou fossetas gástricas estiveram dispostas regularmente por toda a mucosa estomacal, diferenciando-se em número, tamanho e profundidade, dependendo da região considerada, sendo rasas na região cárdica, intermediárias na região fúndica e profundas na região pilórica (Figura 37).



**Figura 38** – Cristas ou fossetas gástricas nas regiões cárdica (1), região fúndica (2) e região pilórica (3) diferenciando-se em número, tamanho e profundidade (Aumento 500X).

### 5.2.8.3 Cecos pilóricos

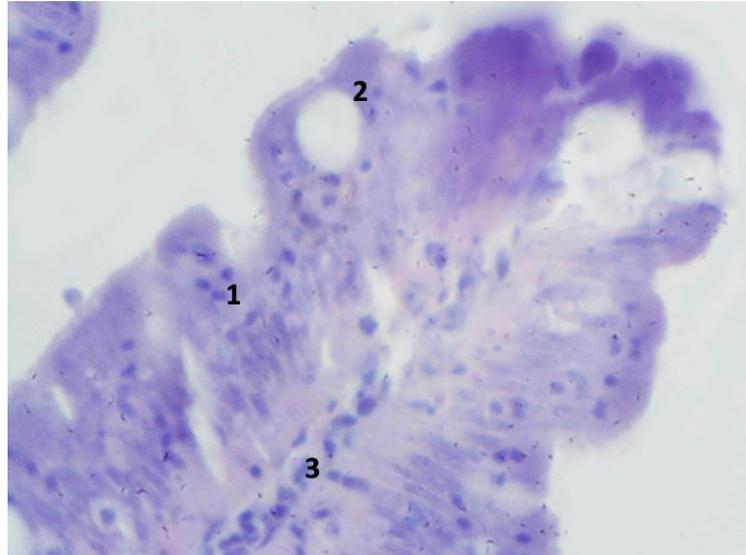
Os cecos pilóricos apresentaram-se macroscopicamente como poucos tubos cilíndricos de fundo cego com coloração esbranquiçada semelhante aquela do estômago e intestino. Microscopicamente, foi possível observar que a parede do ceco se apresenta constituída por quatro camadas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 38).



**Figura 39** – Ceco pilórico – Camada mucosa (1), submucosa (2) e muscular (3) e serosa (Aumento: 4X).

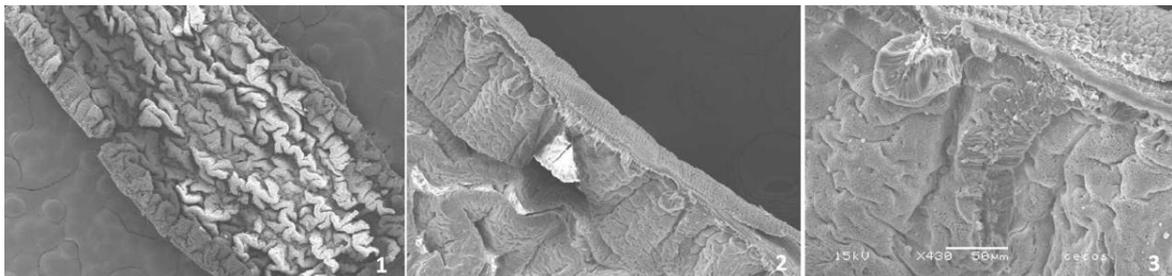
A camada mucosa apresenta epitélio de revestimento colunar simples, com núcleo basal e região citoplasmática apical. Além disso, foram observadas células caliciformes grandes e claras com poros de secreção (Figura 39). A lâmina própria é delgada e apresenta-se apoiada na camada submucosa, uma vez que não há camada muscular da

mucosa. Tanto a mucosa quanto a submucosa são agranulares. A camada muscular circular se apresenta muito delgada, assim como a camada serosa mais externa.



**Figura 40** – Camada mucosa do ceco pilórico: epitélio colunar simples (1), células caliciformes (2) e lâmina própria (3).

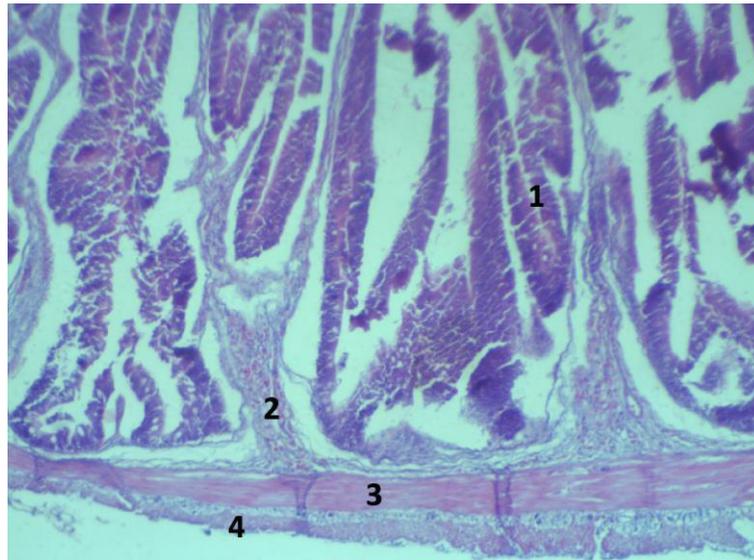
O aspecto do ceco no MEV é muito semelhante ao observado no intestino. É possível verificar a presença de vilosidades em toda a sua extensão (Figuras 39).



**Figura 41** – Ceco pilórico com vilosidades em toda sua extensão (Aumentos de 18X (1), 100X (2) e 430X (3)).

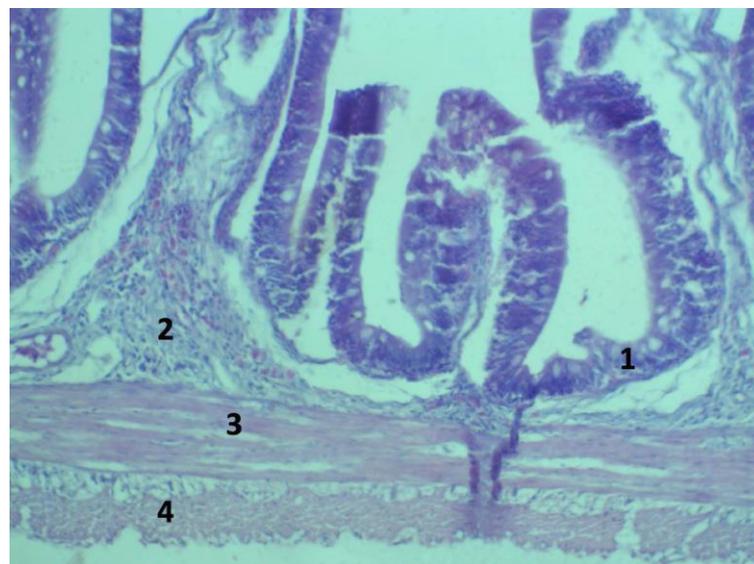
#### 5.2.8.4 Intestino

O intestino se estende desde a porção pilórica do estômago até o ânus, e está subdividido em três regiões denominadas intestino anterior, médio e posterior ou reto. Em observação com auxílio de lupa foram observadas pregas visíveis da mucosa em todas as regiões, entretanto, a transição entre as diferentes camadas do intestino não foi de fácil visualização anatômica. Microscopicamente, a parede intestinal é constituída em toda a sua extensão, por quatro camadas distintas: 1) mucosa, 2) submucosa, 3) muscular e 4) serosa (Figura 40).



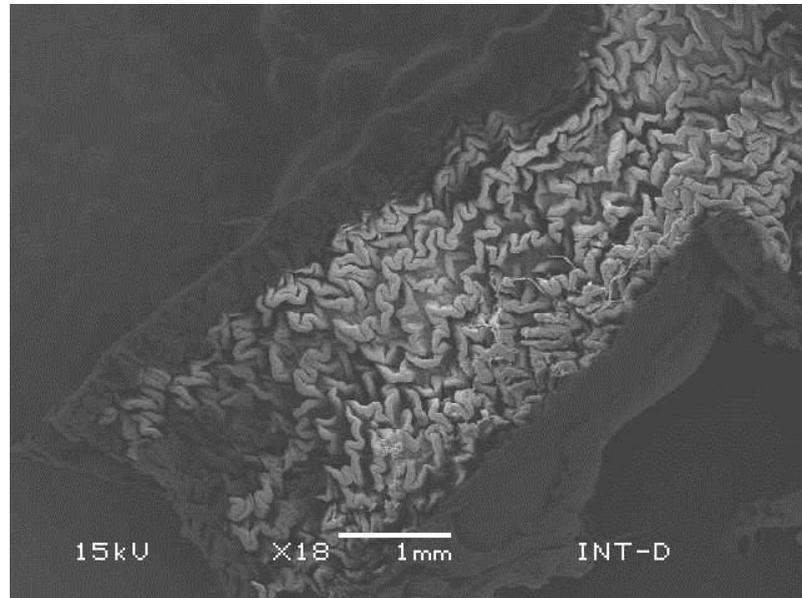
**Figura 42** – Intestino – Camada mucosa (1), submucosa (2), muscular (3) e serosa (4) (Aumento: 4X).

As diferentes regiões intestinais apresentaram-se similares, não sendo observadas regiões de transição nos preparados histológicos. O epitélio de revestimento era composto por uma única camada de células colunares, com núcleo basal e região citoplasmática apical, intercaladas por células caliciformes grandes e claras com poros de secreção. A lâmina própria é delgada e apresenta-se apoiada na camada submucosa, uma vez que não há camada muscular da mucosa. A camada muscular apresenta uma única túnica circular e está circunscrita pela camada externa serosa de tecido conjuntivo frouxo (Figura 41).



**Figura 43** – Intestino – Camada mucosa: epitélio colunar simples com células caliciformes (1), Camada submucosa: tecido conjuntivo (2), Camada muscular circular (3), Camada serosa (4) (Aumento de 20X).

Ao observar o intestino no MEV no aumento de 18X foi possível visualizar a superfície das vilosidades em toda a sua extensão. A direção e posicionamento das vilosidades não variou muito entre as regiões anterior, média e posterior observadas (Figura 42). Em aumentos maiores é possível verificar a similaridade entre as regiões (Figura 43).



**Figura 44** – Intestino com vilosidades em toda sua extensão (Aumentos de 18X).



**Figura 45** - Vilosidades intestinais nas regiões anterior (1), média (2) e região posterior (3) (Aumento: 500X).

## 6. DISCUSSÃO

Neste trabalho foram descritas as características histológicas do trato digestório de *G. luteus*, o qual apresenta-se dividido em cavidade bucofaríngea, esôfago, estômago, cecos pilóricos e intestino. A análise histológica demonstrou que o trato digestório está constituído, em praticamente toda sua extensão, por quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e serosa, assim como os demais peixes teleósteos (GENTEN et al., 2009; MORAES e ALMEIDA, 2014). Entretanto, apresentou algumas características próprias da espécie.

### 6.1 Cavidade bucofaríngea

A cavidade bucofaríngea é compartilhada pelos aparelhos respiratório e digestório. Sua função digestiva se limita a selecionar, apreender e conduzir o alimento até o esôfago. Essa denominação deve-se ao fato de, algumas vezes, não se poder subdividir anatomicamente a cavidade bucal e faringe, visto que o limite entre os dois órgãos é pouco evidente. É composta pelos lábios, boca, dentes, língua e arcos branquiais (ROTTA, 2003). De acordo com Nikolsky (1963), os teleósteos apresentam boca do tipo ventral; semi-ventral; dorsal e terminal. Podem também ser denominadas como inferior, subterminal, terminal ou superior.

A boca do *G. luteus* é do tipo terminal, ou seja, o ângulo da boca aberta é para frente. Com uma fenda oral pequena, levemente protrátil, revestida por um epitélio estratificado pavimentoso. Botões gustativos foram encontrados em várias regiões da cavidade bucal e até mesmo fora dela. Nas diferentes regiões analisadas, os botões apresentaram variação em tamanho, forma e disposição no epitélio.

A cavidade bucofaríngea dos peixes em geral é revestida por epitélio pavimentoso provido de células mucosas e, frequentemente, corpúsculos gustativos, que estão envolvidos no processo de seleção do alimento e, conseqüentemente, na sua captura (MACIEL, 2006), assim como observado no *G. luteus*.

Para Alexander, (1967) os peixes com boca terminal são menos especializados quanto à posição do alimento, porém a sua habilidade de protrair a mandíbula lhes confere a vantagem de aumentar a área de abertura da boca possibilitando a captura de presas bentônicas ou alimentos em locais de difícil acesso.

Para Maciel et al. (2009), a boca ampla e terminal com pré-maxilar não protrátil da espécie *Hoplias lacerdae*, lhe conferiu maior firmeza na mordida e o hábito alimentar

carnívoro, preferencialmente ictiófago. Já Chattapadhyay et al. (2014) apresentaram a espécie *Mystus vittatus*, com boca terminal e pequena e lábio superior espesso e mais proeminente que o lábio inferior, descrevendo uma limitação no seu regime alimentar com apreensão de presas pequenas.

Rodrigues et al. (2008), relataram que na espécie *Leporinus macrocephalus* a boca terminal e a fenda bucal pequena são adaptações ao hábito alimentar onívoro da espécie, corroborando com os achados da espécie aqui apresentada.

Não foram observadas glândulas salivares na cavidade bucal do *G. luteus*, de acordo com os aspectos característicos dos peixes no geral. Entretanto, foi possível verificar ampla distribuição de botões gustativos em toda sua extensão. De acordo com Komada (1993) as diferenças no padrão de distribuição, densidade e tamanho desses corpúsculos na cavidade bucofaríngea podem estar associadas às diferenças de hábitos alimentares nas diferentes classes. Em *G. luteus* os botões gustativos não se restringem apenas a porção interna da cavidade bucofaríngea, foram encontrados também na porção externa dos lábios, assim como na espécie *Hoplias lacerdae*.

## 6.2 Lábios

Os lábios representam uma inovação significativa dos vertebrados, e que demonstram relação direta com o método de alimentação dos peixes. São estruturas especializadas que cobrem as mandíbulas e fazem fronteira com o orifício anterior do tubo digestivo, a cavidade bucofaríngea.

Têm finalidade de seleção, captura e deglutição do alimento, sendo associados com funções sensoriais, preênsil e/ou adesiva, desempenhando um papel importante em recolher os itens alimentares do substrato (ANSON, 1929). São altamente diversificados, podendo existir lábios relativamente simples e finos, grossos ou carnudos (TRIPATHI e MITTAL, 2012).

Os lábios da espécie *G. luteus* são finos e lisos. Quando fechados ocultam completamente os dentes, sendo o lábio inferior mais espesso e com maior mobilidade que o superior, o que possivelmente auxilia na captura do alimento, assim como descrito por Rodrigues et al., (2006) na espécie carnívora *Salminus brasiliensis*. Além disso, a presença de um revestimento epitelial com numerosos botões gustativos está relacionada a capacidade sensorial e preênsil dessa espécie.

Microscopicamente o revestimento labial apresentou-se formado por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, aspecto que pode ser justificado pela necessidade de maior proteção contra danos ocasionados pelo contato com o meio extrabucal.

### 6.3 Dentes

Os dentes são os elementos da cavidade bucal que possibilitam ao animal obter e iniciar o processamento do alimento (POUGH, 2008). Os peixes possuem uma ampla variedade de dentes, constituídos por esmalte dentina e polpa, e estruturas associadas. As diferenças no formato, tamanho e espaçamento dos dentes entre herbívoros e carnívoros está relacionado com as diferenças no tamanho da presa e/ou resistência da matéria vegetal e animal (fibras) (ROTTA, 2003).

Os teleósteos são considerados polifiodontes, isto é, apresentam dentes que são constantemente formados a partir de germes dentários localizados profundamente, o que promove uma substituição contínua à medida que novos dentes migram da região interna para a externa das maxilas superior e inferior (HILDEBRAND, 1995).

Em espécies carnívoras, predadoras, observam-se dentes caniniformes e pontiagudos; e em espécies herbívoras e onívoras os dentes não são muito desenvolvidos, visto que, estão relacionados com a natureza da dieta que é composta por animais pequenos, sementes e algas (RODRIGUES e MENIN, 2005; RODRIGUES e MENIN, 2006b).

A espécie *G. luteus* apresentou quatro fileiras de dentes frontais pequenos e cônicos, constituídos por dentina e polpa. Cada fileira apresentava dentes arranjados em forma de ‘V’ com exceção da última. Provavelmente, os dentes são utilizados na apreensão das presas e raspagem do alimento, como sugerido por Rodrigues & Menin (2006<sup>a</sup>). Além disso, foram observados inúmeros espécimes dentários intraósseos em vários estágios de desenvolvimento, confirmando sua condição de polifiodonte.

### 6.4 Língua

A língua da espécie *G. luteus* é delgada, presa e pouco elástica, sendo incapaz de movimentos amplos, semelhante àquela encontrada para a maioria dos peixes teleósteos. Segundo Logato (1995) e Bértin (1958), devido a estas características anatômicas estruturais a língua apresenta pouca interferência na deglutição do alimento ingerido.

Alguns peixes apresentam diferenças nesta estrutura básica da língua, e estas podem trazer inferências sobre o tipo de dieta e a forma de alimentação das espécies. Em *Salminus brasiliensis* (carnívoro), por exemplo, a língua está localizada em uma depressão e é pouca presa, possuindo relativa mobilidade, o que pode estar relacionado com a prevenção ao escape da presa. A espécie *Hoplias malabaricus* apresenta áreas dentígeras no dorso da língua (MENIN, 1988). Nas espécies onívoras *Leporinus reinhardt* e *Brycon lundii*, a língua é bastante móvel, sem inserção importante no assolho (MENIN E MINURA, 1991<sup>a</sup>).

A nível microscópico a língua apresentou-se como uma estrutura basicamente composta por cartilagem e tecido conjuntivo de aspecto condromixóide. Tal constituição é muito frequente no grupo dos peixes, porém difere do observado em outros vertebrados que apresentam a língua composta basicamente por músculo (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

## 6.5 Aparelho branquial faríngeo

O aparelho branquial faríngeo é composto pelo conjunto de rastros branquiais dispostos nas faces dos arcos branquiais adaptados à natureza do alimento (ROTTA, 2003). As brânquias são estruturas multifuncionais, com vasta área superficial em contato com o meio externo, o que as tornam alvo para a ação de poluentes externos (GARCIA-SANTOS et al., 2009). Segundo Perry et al. (1997), são órgãos envolvidos nas trocas gasosas, no equilíbrio ácido-base e no transporte e excreção de compostos azotados ou nitrogenados.

As brânquias da maioria dos teleósteos são formadas por cinco pares de arcos branquiais, denominados holobrânquias, nos quais estão inseridas duas fileiras de filamentos branquiais ou lamelas primárias. Acima e abaixo destes filamentos, elevam-se as lamelas secundárias, que são sítios de trocas gasosas (MALLATT, 1985), também observado no *G. luteus*.

De acordo com Macneill & Brandt (1990) a morfologia dos rastros branquiais determina a eficiência de retenção de partículas de vários tamanhos. Geralmente em peixes planctófagos, os rastros branquiais são mais desenvolvidos, pois permitem uma melhor filtração do alimento. Em ictiófagos, os rastros branquiais geralmente são curtos, grossos e bem espaçados (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; SAMPAIO; GOULART, 2011).

Em detritívoros, os rastros branquiais são curtos e bem próximos (SAMPAIO; GOULART, 2011) e em espécies onívoras-planctívoras, os rastros são abundantes e delgados

(SAMPAIO; GOULART, 2011). Em espécies onívoras, os rastros branquiais normalmente são curtos, finíssimos, abundantes e bem próximos, os quais se sobrepõem com os rastros dos outros arcos branquiais formando um filtro (MACIEL, 2006; ALVES, 2009; SAMPAIO; GOULART, 2011). Aqueles de hábito bentônico possuem rastros branquiais vigorosos ou com muitas saliências (SANTOS, 1982).

Na espécie estudada foram encontrados rastros branquiais duros, pequenos e espaçados entre si, assim como em espécies carnívoras (SANTOS, 1982; MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; MACIEL, 2006; ALVES, 2009; SAMPAIO; GOULART, 2011). Esse padrão de apresentação auxilia na fixação do alimento, além de evitar sua fuga (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996).

## 6.6 Aparelho dentário faríngeo

Vários autores têm estudado os dentes faríngeos de peixes e os correlacionam com possíveis funções de acordo com os diferentes hábitos alimentares, como as funções de apreensão do alimento nos carnívoros, evitando o escape da presa (AMARAL; MENIN, 1986; MENIN, 1988); de trituração do alimento, nos herbívoros (AL-HUSSAINI; KHOLY, 1953; NIKOLSKY, 1963); e de maceração de organismos de corpo mole e algas, nos onívoros (OCCHI E OLIVEROS, 1974).

A espécie *Odontesthes humenis*, considerada carnívora bentófaga, apresenta inúmeros dentes entre médios e pequenos e molariforme, e nas extremidades poucos dentes cônicos pequenos e finos (RODRIGUES e BEMVENUTI, 2001). Trapanni (2003) afirma que peixes que apresentam dentes molariformes, largos e com superfície plana são especialistas em esmagar conchas duras.

Os dentículos de *G. luteus*, pela sua estrutura, disposição e forma, provavelmente auxiliam na maceração das conchas de moluscos e carapaças de crustáceos, assim como o observado em *Leporinus macrocephalus* (piavuçu) peixe onívoro (RODRIGUES et al. 2006).

## 6.7 Esôfago

O esôfago dos teleósteos é descrito como um segmento do tubo digestivo que tem o papel de unir a faringe ao estômago (AL-HUSSAINI, 1946; GODINHO, 1967; MARTIM; BLABER, 1984), possuindo sua luz pregueada (LIEM, 1967; SIS et al. 1979). Trata-se de um

tubo curto e musculoso composto por uma camada mucosa com dobras primárias, secundárias e algumas dobras terciárias com disposições longitudinais (HERNÁNDEZ et al., 2008).

Estas aparecem desde a região da faringe o que permite uma ampla distensão para deglutir o alimento (CAL, 2006); HERNÁNDEZ et al., 2008.) O esôfago apresenta a camada mucosa com epitélio de revestimento bastante variável de acordo com a espécie, podendo ser colunar simples, pseudoestratificado, pavimentoso estratificado ou colunar estratificado e com células mucosas (TAN e TEH, 8 1974; CLARKE; WITCOMB, 1980; KAPOOR et al., 1975; MARTIM; BLABER, 1984; ALBRECHT et al., 2001).

O esôfago de *G. luteus* é semelhante ao da maioria dos teleósteos e apresentou pregas longitudinais. Essas pregas são importantes para a ampliação da luz do órgão facilitando a passagem do alimento (PARK e KIM, 2001; RODRIGUES et al., 2008) como visto em outras espécies (MENIN, 1988; SEIXAS FILHO, 1998; RODRIGUES et al., 2002).

A análise histológica não evidenciou um esfíncter na transição entre esôfago e estômago, sendo visualizado apenas uma constrição macroscópica entre as regiões. Segundo Olsson (2011), o retorno do alimento para esôfago é evitado pela musculatura da região cárdica do estômago, que ao se contrair, impede o refluxo.

A mucosa esofágica apresentou-se revestida por epitélio estratificado pavimentoso. Esta característica é importante para a renovação e manutenção da camada epitelial (XIONG et al., 2011; FACCIOLI et al., 2014). A camada submucosa do esôfago constituída por tecido conjuntivo auxilia na distensão do órgão, pois as fibras colágenas presentes conferem elasticidade à parede do tubo digestivo (CAO e WANG, 2009).

As células caliciformes esofágicas foram observadas em grande quantidade ao longo do epitélio esofágico. O hábito alimentar expõe o epitélio estratificado pavimentoso presente no esôfago de *G. luteus* à uma abrasão, causada principalmente pelo exoesqueleto e apêndices dos microcrustáceos ingeridos.

Na superfície epitelial, as mucossustâncias secretadas pelas células caliciformes têm a função de proteger o epitélio contra injúrias mecânicas e químicas, além de proporcionar defesa imunológica contra microrganismos (GENTEN et al., 2009; LEKNES, 2011; FACCIOLI et al., 2014). Esta característica, aliada ao fato dos peixes não apresentarem glândulas salivares (SCOCCO et al., 1998), justificam a grande quantidade de células caliciformes presente no epitélio de *G. luteus*.

A camada muscular propriamente dita apresentou duas subcamadas de acordo com a orientação de suas fibras: longitudinal interna e circular externa, com fibras musculares estriadas esqueléticas. A musculatura circular do esôfago constribe o tubo, enquanto que a longitudinal aumenta o lúmen, de modo que ação conjunta dessas camadas musculares geram os movimentos peristálticos responsáveis pelo trânsito do alimento no tubo (MORAES e ALMEIDA, 2014).

A musculatura esofágica composta por fibras estriadas permite o regurgitamento voluntário de itens demasiadamente grandes ou duros que possam causar danos as paredes do tubo, consideração o hábito eurifágico da espécie (MORAES e ALMEIDA, 2014).

No presente estudo, não foi observada camada muscular da mucosa no esôfago e assim sendo não foi possível diferenciar a lâmina própria da submucosa, como observado em outras espécies de teleósteos (ALBRECHT et al., 2001; CAO e WANG, 2009; FACCIOLI et al., 2014; HALE, 1965.).

## 6.8 Estômago

De acordo com Rotta (2003), o estômago funciona como órgão de armazenamento temporário do alimento, desempenhando também funções mecânicas que auxiliam na trituração e no início da digestão. Este órgão, na maioria das espécies, é formado por três regiões distintas; região cárdica, com glândulas gástricas tubulosas; uma região média, com fossetas ou criptas gástricas profundas e poucas glândulas gástricas, e região pilórica, aglandular e com camada muscular bem desenvolvida (FACCIOLI et al., 2014).

O estômago nos peixes apresenta inúmeras variações morfológicas relacionadas com o hábito alimentar. Anatomicamente são classificados em: a) contínuo, com o lúmen amplo; b) em forma de ‘U’, também com o lúmen amplo, c) em forma de ‘Y’, com a região fúndica ou cecal apontando para a porção caudal (BORGES et al., 2010).

*Genyatremus luteus* apresentou o estômago em forma de “Y”. Este tipo de estômago é comumente encontrado em peixes carnívoros e comporta grandes volumes em seu interior pois a região fúndica é muito distensível, sendo por isso característico de espécies que ingerem presas grandes de uma só vez (CLARKE e WITCOMB, 1980; GONÇALVES et al., 2013; FACCIOLI et al., 2014).

Abaixo do epitélio gástrico da espécie estudada, foi observada a lâmina própria composta por de tecido conjuntivo e numerosas glândulas gástricas. Essas glândulas foram observadas nas regiões cárdica e fúndica, porém estavam ausentes na região pilórica, assim como observado em *Pelteobagrus fulvidraco* (CAO e WANG, 2009) e *Leporinus friderici* (ALBRECHT et al., 2001).

Segundo Silva et al. (2005), as glândulas gástricas, quando presentes, situam-se na lâmina própria, nunca ocupam a submucosa, assim como observado no presente estudo. As glândulas gástricas em peixes são geralmente tubulares não ramificadas e secretam ácido clorídrico e enzimas gástricas a partir das células oxintopépticas (OSTOS-GARRIDO et al., 1993; NAGUIB et al., 2011).

A secreção dessas glândulas desemboca na superfície epitelial através das chamadas criptas ou fossetas gástricas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013; GHOSH e CHAKRABARTI, 2015). Para Ghosh e Chakrabarti, (2015), a concentração e localização das glândulas gástricas pode ser correlacionada ao hábito alimentar da espécie. Segundo os mesmos autores, espécies predadoras tendem a apresentar maior número de glândulas na região cárdica para fornecer uma rápida secreção de enzimas digestivas necessárias à digestão de presas engolidas vivas, enquanto para peixes herbívoros as glândulas podem estar distribuídas por todo o estômago e em menor concentração.

Santos et al., (2007), trabalhando com o estômago de *Pimelodus maculatus* considerada uma espécie de hábito alimentar onívoro generalista (SILVA et al., 2007; LOBÓN-CERVIÁ; BENNEMANN, 2000), relataram que a lâmina própria possuía glândulas tubulares e que estavam presentes predominantemente na região fúndica, como observado no estômago de *G. luteus*.

Consideração as características anatômicas do estômago da espécie estudada, como o padrão de pregas da mucosa, as regiões cárdicas e fúndica são responsáveis pela recepção e armazenamento do alimento, enquanto a região pilórica é responsável pelo esvaziamento gástrico, conforme relatado também por Menin & Mimura (1993) em outras espécies.

## 6.9 Cecos pilóricos

Cecos pilóricos são estruturas descritas como divertículos digitiformes que se evaginam da parede do intestino anterior, apresentando tamanho, diâmetro, posição e quantidades diferentes dependendo da espécie estudada (KAPOOR et al., 1975; SEIXAS FILHO et al.,

2001). Estão relacionados à secreção de muco, melhora da digestão e absorção de nutrientes em peixes (MORAES et al. 1997; MENIN, 1988; ALBRECHT et al. 2001; RUST 2002; MAKINO 2010; LØKKA et al., 2013).

Inicialmente, os cecos foram considerados apenas estruturas de armazenamento (GODINHO et al., 1970). Entretanto, estudos posteriores demonstraram que os cecos pilóricos complementam as funções do intestino através do aumento da área de superfície para a digestão e absorção e também são locais de reprodução para a flora intestinal (MENIN, 1988; SMITH, 1989; HOSSAIN e DUTTA, 1998; ALBRECHT et al., 2001). Outros estudos compararam os cecos pilóricos ao intestino anterior devido as características histológicas, ultraestruturais e histoquímicas de suas células (KAPOOR et al., 1975; HOSSAIN e DUTTA, 1992).

Vários autores tentaram relacionar os cecos pilóricos com o regime alimentar, sendo mais desenvolvidos nos carnívoros que nos herbívoros (GOOT, 1969, BUDDINGTON; DIAMOND, 1986). No entanto, MOHSIN (1962) argumentou que não há possibilidade de se estabelecer correlação definida entre a presença de cecos pilóricos e a natureza da dieta nos peixes, uma vez que eles podem estar presentes em espécies herbívoras, carnívoras e onívoras ou ausentes nas três categorias.

Neste trabalho os resultados morfológicos e histológicos foram similares no intestino anterior e cecos, demonstrando assim a função na digestão e absorção de nutrientes nessas estruturas, sendo complementar ao intestino anterior.

Ainda, Hossain e Dutta (1998), afirmaram que quanto maior o tamanho do ceco (comprimento e diâmetro), melhor será a sua eficácia funcional. Embora pouco numerosos, os cecos pilóricos observados em *G. luteus* são longos, e esta é uma característica importante tanto para o armazenamento dos itens de difícil digestão, quanto para a ampliação da superfície de absorção dos nutrientes.

## 6.10 Intestino

Segundo Gonçalves et al. (2013), a função do intestino em peixes é completar a digestão iniciada no estômago e promover a absorção de nutrientes, água e íons. O trânsito do alimento no intestino é ocasionado pela atividade peristáltica, resultante da ação conjunta das camadas musculares circular interna e longitudinal externa. Essas camadas se mostraram bem desenvolvidas no intestino de *G. luteus*, assim como o descrito para outras espécies de peixes (GENTEN et al., 2009; ALBRECHT et al., 2001; FACCIOLI et al., 2014).

O epitélio de revestimento do intestino de *G. luteus* apresentou-se simples colunar e composto principalmente por enterócitos e células caliciformes. Os enterócitos que compõem a maior parte do epitélio de revestimento intestinal têm como principais funções a absorção de nutrientes e secreção enzimática (WILSON e CASTRO, 2010).

Não foram observados esfínters ou valvas entre os intestinos médio e posterior o que implica em funções digestivas similares desses segmentos, como proposto por Wilson e Castro, 2010). Além disso, o limite entre o intestino posterior e o reto foi de difícil visualização anatômica, assim como descrito por Hernandez-Blazquez et al. (2006).

O padrão de enrolamento das alças intestinais aumenta de complexidade a partir de um arranjo aproximadamente retilíneo nos carnívoros, até assumir configuração altamente enovelada, como nos iliófagos (MORAES; BARBOLA, 1997). No *G. luteus* o padrão de enrolamento das alças intestinais apresenta arranjo em "N", sendo esse o padrão mais comumente encontrado nos onívoros, como *Leporinus reinhardti* (MENIN; MIMURA, 1993) e *L. macrocephalus* (RODRIGUES et al., 2004).

A presença de pregas no intestino está relacionada com a dilatação do tubo, aumento da área de absorção e retardamento do trânsito intestinal, auxiliando a digestão e absorção de nutrientes (CAO e WANG, 2009; LØKKA et al., 2013). Em *G. luteus* o intestino apresentou pregas longitudinais por toda sua extensão, sendo mais proeminentes na região do intestino anterior, e tornando-se menos desenvolvidas conforme avançam em direção ao reto.

Segundo Faccioli et al., (2014), estas características permitem a expansão da região anterior para receber alimento pré-digerido do estômago e completar o processo digestivo, enquanto a diminuição do tamanho das pregas pode estar relacionada com processos de armazenamento e concentração do bolo alimentar, por meio de absorção de água e íons.

As células caliciformes são secretoras de mucossubstâncias, que lubrificam a superfície do órgão, protegendo contra abrasão e lesão provocadas pela passagem de alimento (GALVÃO et al., 1997), e contra ação das glicosidases de microorganismos patogênicos (DÍAZ et al., 2008). A secreção mucosa das células secretoras, em geral, é composta por uma mistura de proteínas altamente glicosiladas, denominadas mucinas, bem como proteoglicanos e eletrólitos (GÓES e TABOGA, 2005).

Estudos futuros sobre a histoquímica das mucossubstâncias presentes no epitélio de revestimento do intestino serão necessários, a fim de determinar com maior precisão as funções dessas substâncias em cada região. Geralmente, nos peixes a porção anterior do intestino é

responsável principalmente pela absorção de lipídeos, enquanto que as porções média e posterior estão relacionadas com a absorção de macromoléculas proteicas (FACCIOLI et al., 2014).

Indivíduos oportunistas, tem a capacidade de explorar uma maior variedade de itens alimentares, podendo fazer parte de vários grupos tróficos, sempre que ocorrer algum tipo de alteração natural ou antrópica em seu ambiente natural, se ajustando as condições, modificando sempre que necessário suas estratégias alimentares e comportamentais, com o intuito de sempre manter sua sobrevivência no ecossistema em que se encontram (CENEVIVA-BASTOS E CASATTI, 2007).

Fischer (2009), caracterizando o comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna de Pernambuco determina que a estratégia alimentar oportunista é bem frequente em representantes da família Haemulidae, que procuram sempre modificar seus hábitos de acordo com disponibilidade de alimento fazendo uso de presas alimentares abundantes ou não usuais, mas que consigam suprir suas necessidades energéticas.

Souza e Odgen (2008) e Ehrich, (1977), observaram que é comum em espécies da família Haemulidae ocorrer uma modificação na dieta alimentar de acordo com a fase de desenvolvimento e características morfológicas. Os juvenis têm uma alimentação mais onívora e planctônica, ao passo que os adultos se mostram mais carnívoros preferindo a ingestão de presas maiores que possam suprir mais rapidamente os gastos com energia.

Araújo (2016), afirma que o hábito alimentar dos peixes pertencentes a família Haemulidae é modificável de acordo com o ciclo de vida. Nas fases iniciais, a dieta é composta por pequenos crustáceos, e quando alcançam a idade reprodutiva procuram se alimentar de presas mais diversificadas. A troca de alimentação se dá pela necessidade energética que aumenta conforme o desenvolvimento dos peixes. Quando desenvolvidos optam por presas que possam garantir maiores quantidades de nutrientes.

Pereira, (2011), coloca que os Haemulideos têm hábito carnívoro em alguma fase de sua vida, já que procuram se alimentar de invertebrados móveis como crustáceos e poliquetas. A diferenciação de alimentação ao longo de seu desenvolvimento, pode estar relacionada com as modificações morfológicas e anatômicas da espécie predatória, que busca sempre minimizar o gasto excessivo de energia, assim como também deve ser influenciada pela disponibilidades e diversidade dos recursos acessíveis para alimentação dessas espécies.

## 7. CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos podemos afirmar que a morfologia macro e microscópica do trato digestório de *G. luteus* condiz com o seu hábito alimentar, eurifágico, oportunista, e mostra uma tendência ao carnivorismo, uma vez que a cavidade bucofaríngea terminal, pequena e levemente portátil permite a deglutição e o trânsito do alimento de diferentes origens, facilitados pela distensibilidade da parede esofágica, conferida pela presença de pregas longitudinais.

Da mesma forma, o armazenamento de tais alimentos nas regiões cárdica e fúndica é possível em virtude da capacidade de distensão da parede destas regiões gástricas. Os cecos pilóricos aumentam a superfície intestinal. As pregas da mucosa no intestino, por sua vez, conferem aumento da superfície e retardo no tempo de passagem do bolo alimentar, afim de que haja maior taxa de digestão e maior aproveitamento dos nutrientes.

A partir das descrições morfológicas e histológicas realizadas neste trabalho, foi possível concluir que a espécie *Genyatremus luteus* apresenta o trato digestório adaptado ao hábito alimentar onívoro, no caso dos espécimes estudados preferencialmente carnívoro, provavelmente pela sua fase de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, M.P.; FERREIRA, M.F.N.; CARAMASCH, E.P. Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Caraciformes; Anostomidae). *Journal of Fish Biology*, v.58, p.419-430, 2001.
- AL-HUSSAINI, A. H. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits. I. Anatomy and histology. *The Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 90, p. 109-139, 1949a.
- AL-HUSSAINI, A. H. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits. II. Citology and physiology. *The Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 90, p. 23-354, 1949b.
- ALMEIDA ZS, NUNES JLS, ALVES MGFS. Dieta alimentar de *Genyatremus luteus* (Bloch, 1790) - (Teleostei, Perciformes: Haemulidae) na Baía de São José, Maranhão, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 27(10): 39-47, 2005.
- ALMEIDA, Z.S.; ISAAC, V.J.; SANTOS, N.B.; PAZ, A.C. 2011 Sustentabilidade dos sistemas de produção pesqueira maranhense. In: HAIMOVICI, M. *Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade*. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande-FURG. p. 26-40
- ALVES, M. F. *Biologia reprodutiva e alimentar da pequirá *Brycomanericus stramineus* Eigenmann, 1908 no elevador da represa do Funil – MG. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.*
- ANGELESCU, V. e GNERI, F. S. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio in algunos peces, del rio Uruguay e del rio de la Plata. *Rev. Inst. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciências Zoológicas*, 1 (6): 161-272, 1949.
- ARANDAS, J.K. G. et al., Análise histológica do intestino delgado da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação, 2009.
- ARAÚJO ME, TEIXEIRA JMV, OLIVEIRA AME. Peixes estuarinos marinhos do nordeste brasileiro. Guia ilustrado. Fortaleza: Editora UFC, 2004.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2ª ed. Revisada e Ampliada. UFSM, Santa Maria, 468p., 2010.
- BAUCHOT, M.L. 1992 Haemulidae. In: Levêque, C.; Paugy, D.; Teugels, G.G. *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest*. Tome 2. Coll. Faune Tropicale n° 28. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique and O.R.S.T.O.M., Paris, France. p. 694-700.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. (2013b). *Censo aquícola nacional, ano 2008*. Brasília: República Federativa do Brasil.
- BENTES, B., ISAAC, V.J.; ESPÍRITO SANTO, R.V.; FRÉDOU, T.; ALMEIDA, M.C.; MOURÃO, K.R.M.; FRÉDOU, L. 2012 Multidisciplinary approach to identification of fishery production systems on the northern coast of Brazil. *Biota Neotropica*, 12(1): 81-92.
- BUDDINGTON, R. K. DIAMOND, J. M. Aristotle revisited. The function of pyloric caeca in fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences India*, v. 83, p. 8012-8014 1986.

- Cal, J.A., 2006. Histologia do trato digestório de Surubim-Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans* – Agassiz, 1829). Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, pp 1-87
- CAO, X MENIN, E. Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce. 1988. 557pp. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 1988.
- CAO, X.J.; WANG, W.M. Histology and mucin histochemistry of the digestive tract of yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*. *Anatomia Histologia Embryologia*, v.38, p.254-261, 2009.
- CARVALHO-NETA, R.N.F., NUNES, J.L.S., & PIORSKY, N.M. 2011. Peixes estuarinos do Maranhão (pp. 95–104). Em: J.L.S. Nunes & N.M. Piorski (Eds.), *Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão*. São Luís: Café & Lápis. 224 p.
- CEPENTER, K. Guia de identificación de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobras de la costa septentrional de Sur América. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 513p.
- CERVIGÓN, F. Los peces marinos de Venezuela. Fundación científica los Roques. Caracas, Venezuela, 2. ed., v. 4, 1966. 254 p.
- CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, W.F.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J.M.; ROBAINA, G.; RODRIQUEZ, B. 1992 FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. In: FISCHER, W.; GARIBALDI, L;
- CLARKE, A.J.; WITCOMB, D.M. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the common eel (*Anguilla anguilla*). *Journal of Fish Biology*, v.16, p.159-170, 1980.
- DÍAZ, A.O.; ESCALANTE, A.H.; GARCÍA, A.M.; GOLDEMBERG, A.L. Histology and histochemistry of the pharyngeal cavity and oesophagus of the silverside *Odontesthes bonariensis* (Cuvier and Valenciennes). *Anatomia Histologia Embryologia*, v.35, p.42-46, 2006.
- DÍAZ, A.O.; GARCÍA, A.M.; GOLDEMBERG, A.L. Glycoconjugates in the mucosa of the digestive tract of *Cynoscion guatucupa*: A histochemical study. *Acta Histochemica*, v.110, p.76-85, 2008.
- ESPÍRITO SANTO, R.V.; ISAAS, V.J.; SILVA, L.M.A.; MARTINELLI, J.M.; HIGUCHI, H.; SAIT-PAUL, U. 2005 *Peixes e Camarões do litoral bragantino*, Pará, Brasil. Belém: Madam. 268p.
- FACCIOLI, C.K.; CHEDID, R.A.; AMARAL, A.C.; VICENTINI, I.B.F.; VICENTINI, C.A. Morphology and histochemistry of the digestive tract in carnivorous freshwater *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes: Pimelodidae). *Micron*, v.64, p.10-19, 2014.
- FANTA, E., RIOS, F.S., ROMÃO, S., VIANNA, A.C.C., FREIBERGER, S., 2003. Histopathology of the fish *Corydoras paleatus* contaminated with sublethal levels of organophosphorus in water and food. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 54, 119–130.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014a). *The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges*. Roma: FAO.
- FAO. 2016. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Rome. 200 pp.
- FERNANDES, S.C.P.; BENTES, A.B.; PEREIRA, L.J.G.; NASCIMENTO, M.S.; BENTES, B.S. 2015 *Variação temporal da captura comercial do peixepedra, *Genyatremus luteus**,

- desembarcado em um polo pesqueiro da costa norte do Brasil-Península de Ajuruteua-Bragança-PA. Boletim do Instituto de Pesca, 41(1): 173 - 182.
- FUGI, R. & N.S. HAHN. 1991. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. Rev. Bras. Biol., Rio de Janeiro, 51 (4): 873-879.
- GALVÃO, M.N.S.; FENERICH-VERANI, N.; YAMANAKA, N.; OLIVEIRA, I.R. Histologia do sistema digestivo da tainha *Mugil platunus* Gunther, 1880 (Osteithes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. Boletim do Instituto de Pesca, v.24, p.91-100, 1997.
- GENTEN, F.; TERWINGHE, E.; DANGUY, A. Atlas of Fish Histology. Science Publishers, Enfuokd, 215p., 2009.
- GHOSH, S.K.; CHAKRABARTI, P. Histological and histochemical characterization on stomach of *Mystus cavasius* (Hamilton), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *Gudusia chapra* (Hamilton): Comparative study. The Journal of Basic & Applied Zoology, v.70, p.16-24, 2015.
- GIARRIZZO, T., & KRUMME, U. 2007. Spatial differences and seasonal cyclicality in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá Estuary, North Brazil. B. Mar. Sci., 80(3): 739–754.
- GÓES, R.M.; TABOGA, S.R. Células Caliciformes. Cap. 14. In: CARVALHO, H.F.; COLLARES-BUZATO, C.B. (Org.). A célula. Uma abordagem multidisciplinar. São Paulo:Manole, v.1, p.163-173, 2005.
- GOMEZ, G.; GUZMAN, R. & CHACON, R. (2002). Algunos aspectos de La biologia reproductiva y poblacional del torroto, *Genyatremus luteus*, (Block, 1797) (Pisces: Haemulidae) em el golfo de Parla, Venezuela. Zootecnia Tropical, Maracay. 20(2):223-234.
- GOMIDE, A. T. Anatomia funcional do intestino médio do trairão, *Hoplias lacerdae* (Characiformes). 1996. 118pp. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 1996.
- GONÇALVES, L.U.; RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; CARGNIN-FERREIRA, E.; CYRINO, J.E.P. Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes. In: FRACALOSSO D.M.; CYRINO J.E.P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Aquabio ed, Florianópolis, p.20-34, 2013.
- GONÇALVES, L.U.; RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; CARGNIN-FERREIRA, E.; CYRINO, J.E.P. Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes. In: FRACALOSSO D.M.; CYRINO J.E.P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Aquabio ed, Florianópolis, p.20-34, 2013.
- GOOT, S. J. Digestive system and sensorial factors in relation to the feeding behavior of flatfish (Pleuronectiformes). Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer, v. 32, p. 385-395, 1969.
- GURGEL TAB, OLIVEIRA MR, BRASIL DF et al. Peixes marinhos das águas costeiras de ponta Negra, Rio Grande do Norte, Brasil. Biota Amazônica, 2(1):8397, 2012.
- HALE, P.A. The morphology and histology of the digestive systems of two freshwater teleosts, *Poecilia reticulata* and *Gasterosteus aculeatus*. Journal of Zoology, v.146, p.132–149, 1965.

- HELFMAN, G. S., COLLETE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. The diversity of fishes – Biology, evolution and ecology. USA: Wiley-blackwell, 2009.
- HERNANDEZ-BLAZQUEZ, F. J.; GUERRA, R.R.; KFOURY JR., J. R.; BOMBONATO, P, P.; COGLIATI B.; SILVA, J. R. M. C. Absorptive processes in the intestine of the Antarctic fish (Richardson, 1844). *Polar Biology*, v. 29, n. 10, p. 831-836,2006.
- HOSSAIN, A.M.; DUTTA, H.M. Assessment of structural and functional similarities and differences between caeca of the bluegill. *Journal of Fish Biology*, v.53, p.1317–1323, 1998.
- HOSSAIN, A.M.; DUTTA, H.M. Role of caeca as food reservoirs in the digestive tract of bluegill sun fish *Lepomis macrochirus*. *Copeia*, v.2, p. 544-577, 1992.
- ISAAC, V.J.; ESPÍRITO SANTO, R.; BENTES, B.S.; MOURÃO, K.R.M.; FRÉDOU, T.F.L. 2011 Uma avaliação interdisciplinar dos sistemas de produção pesqueira do estado do Pará, Brasil. In: HAIMOVICI, M. Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande-FURG. p. 11-24.
- J., WANG, W.M., 2009. Histology and mucin histochemistry of the digestive tract of yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*. *Anat. Histol. Embryol.* 38, 254–261
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 12<sup>a</sup> ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 538 p., 2013.
- KAPOOR, B. G.; SMIT, H.; VERIGHINA, I. A. The alimentary canal and digestion in teleosts. *Advances in Marine Biology*, v. 13, p. 109-239, 1975.
- KENT JR., G. C. 1954. *Comparative anatomy of the Vertebrates*, Blakinston Company, New York, USA. 620 pp. KHANNA, S. S. 1962. A study of the buccopharyngeal region in some fishes. *Indian Journal of Zoology*, 3 (2): 1-48.
- KHOJASTEH, S.M.B The morphorlogy of the post-gastric alimentary canal in teleost fishes: a brief review. *Int. J. Aqu. Sci*, v. 3, n. 2, p. 71-88, 2012.
- KUBITZA, F. *Nutrição e alimentação dos peixes cultivados*. 3<sup>a</sup> ed. Revisada e Ampliada, FUNEP, Jundiaí, 145 p., 1999.
- LESA, R.P; NÓBREGA, M. F. *Guia de Identificação de Peixes Marinhos da Região Nordeste*. Recife. Programa REVIZEE / SCORE-NE, 2000. p. 127.
- LINDEMAN, K.C.; TOXEY, C.S. 2002 *Haemulidae: Grunts*. In: CARPENTER, K. *The Living Marine Resources of the Western Atlantic*. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. p. 1552-1550.
- LOGATO, P. V. R. *Anátomo-histologia funcional do aparelho digestivo do pacu, Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887 (Characiformes, Characidae, Myelinae)*. 1995. 118pp. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 1995.
- LØKKA, G., AUSTBØ, L., FALK, K., BJERKÅ, I., KOPPANG, E.O., 2013. Intestinal morphology of the wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Morphol.* 274, 859–876.
- MACIEL, C. M. R. R. *Ontogenia de larvas de piracanjuba, Brycon orbignyanus Valenciennes (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae)*. 2006. 229 f. Tese (Título de Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

- MALABARBA, L. R.; Filogenia e classificação dos peixes neotropicais. 1998.
- MENIN, E. MIMURA, O. M. Anatomia comparativa do estômago de três peixes Teleostei de água doce de hábito alimentar ictiófago. Revista Ceres, v. 40, n. 228, p. 203-222, 1993.
- MOHSIN, S. M. Comparative morphology and histology of the alimentary canal in certain groups of Indian teleosts. Acta Zoologica, v. 43, p. 79-133, 1962.
- MORAES, G.; ALMEIDA, L.C. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. In: BALDISSEROTTO, B. Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce. FUNEP, Jaboticabal, p.233-252, 2014.
- MORAES, M. F. P. G.; BARBOLA, I. F. Hábito alimentar e morfologia do tubo digestivo de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Acta biológica paranaense, Curitiba, v. 24, n. 1-4, p. 1-23, 1995.
- MORAES, M.F.P.G., BARBOLA, I.F., Guedes, E.A.C., 1997. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do curimatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do sul do Brasil. Rev. Bras. Zool. 1, 169-180.
- MURRAY, H.M.; WRIGHT, G.M.; GOFF, G.P. A comparative histological and histochemical study of the post-gastric alimentary canal from three species of Pleuronectid, the Atlantic halibut, the yellowtail flounder and the winter flounder. Journal of Fish Biology, v.48, p.187-206, 1996.
- NAGUIB, S.A.A.; EI-SHABAKA, H.A.; ASHOUR, F. Comparative histological and ultrastructural studies on the stomach of *Schilbe mystus* and the intestinal swelling of *Labeo niloticus*. Journal of American Science, v.7, p.251-263, 2011.
- NELSON, J.S. 2006 Fishes of the world. New York: John Wiley and Sons, Inc. 4 ed. 601p.
- NIKOLSKI, G. V. The ecology of fishes. London. Academic Press. 1963. 325p.
- NOLETO-FILHO, E.M. 2012. Captura e transporte de reprodutores de Pescada Amarela *Cynoscion acoupa* (LACÉPÈDE, 1801) (Pices: Scianidae) e Peixe-pedra *Genyatremus luteus* (BLOCK, 1797) (Pisces: Haemulidae) e manutenção em tanques de cultivo em sistema fechado. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 45p.
- OLIVEIRA RIBEIRO, C. A.; MENIN, E. Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Trichomycterus brasiliensis* (Reinhardt) e suas relações com os hábitos alimentares (Siluroidei, Trichomycteridae). Acta biológica paranaense, Curitiba, v. 25, n. 1-4, p. 159-171, 1996.
- OLSSON, C. The gut anatomy and morphology: Gut anatomy. In: FARRELL, A.P. (Org.) Gas exchange, internal homeostatis, and food uptake. Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome.
- OSTOS-GARRIDO, M.V.; NUIIEZ TORRES, M.I.; ABAURREA-EQUISOAÍN, M.A. Histological, histochemical and ultrastructural analysis of the gastric mucosa in *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, v.115, p.121-132, 1993.
- PARK, J.Y.; KIM, I.S. Histology and mucin histochemistry of the gastrointestinal tract of the mud loach, in relation to respiration. Journal of Fish Biology, v.58, p.861-872, 2001.

- PILLAY, T.V.R. 1952. A critique of the methods of study of food of fishes. *Indian Zoo.* Soe. India, Orissa, 4: 185-200.
- POUGH, F. Harvey. A vida dos vertebrados. 4. Ed. – São Paulo: Atheneu editora, 2008.
- RAJI, A.R., NOROUZI, E., 2010. Histological and histochemical study on the alimentary canal in Walking catfish (*Claris batrachus*) and piranha (*Serrasalmus nattereri*). *Iran. J. Vet. Res.* 11, 255-261.
- RODRIGUES S.S., NAVARRO R.D. & MENIN E. 2006. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana de *Leporinus macrocephalus* Garavello et Britski, 1988 (Pisces, Characiformes, Anostomidae) em relação ao hábito alimentar. *Revta Biotemas* 19(1):51-58.
- RODRIGUES, Fábio Lameiro; BEMVENUTI, Marlize De Azevedo. Hábito alimentar e osteologia da boca do peixe-rei, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) na lagoa Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revta bras. Zool.* 18 (3): 793 – 802, 2001.
- RODRIGUES, S. S. OLIVEIRA, A. L. S. MENIN, E. Anatomia funcional do tubo digestivo de *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 2002 Itajaí. Anais. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, Brasil, 2002, p.293.
- ROTTA M.A. 2003. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes relacionados à Piscicultura. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS.
- RUST, M.B. Nutritional physiology. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. *Fish nutrition*. Academic Press, San Diego, p.367-505, 2002.
- SAMPAIO, A. L. A.; GOULART, E. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. *Oecologia Australis*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 775-798, 2011.
- SANTOS, G. M. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de “aracus” e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá-AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). *Acta amazônica*, Manaus, v. 12, n. 4, p. 713-739, 1982.
- SASTRY, K. V. Comparative morphology and histology of the alimentary canal in two teleost fishes. *Folia Morphologica*, v. 21, p. 31-39, 1973.
- SMITH, L.S. Digestive functions in teleosts fishes. In: HALVER, J.E. (Ed.) *Fish nutrition*. Academic Press, San Diego, p.331-421, 1989.
- SOUSA, M.A.M. 2008. Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande: Permanência e mudança no trabalho do pescador artesanal em Curuçá - PA. 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará.
- STOSKOPF SEIXAS FILHO, J. T. Anatomia funcional comparativa e sistemas enzimático e endócrino do intestino e dos cecos pilóricos de três Teleostei (Pisces) de água doce com hábitos alimentares diferentes. 1998. 189pp. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 1998.
- TRAPANNI, J. Morphological variability in the Cuatro Ciénegas cichlid, *Cichlasoma minckleyi*. *Journal of Fish Biology* (2003) 62,276 – 298.
- WILSON, J.M.; CASTRO, L.F.C. Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In: GROSELL, M.; FARELL, A.P.; BRAUNER C.J. (Eds) *Fish physiology: the multifunctional gut of fish*. Academic Press, San Diego, p.55-80, 2010.

XIONG, D.; ZHANG, L.; YU, H.; XIE, C.; KONG, Y.; ZENG, Y.; HUO, B.; LIU, Z. A study of morphology and histology of the alimentary tract of *Glyptosternum maculatum* (Sisoridae, Siluriformes). *Acta Zoologica*, v.92, p.161–169, 2011.