



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ESTRUTURAL E
FUNCIONAL

REBECA TAÍNES DO NASCIMENTO PINHEIRO

ANÁLISE MORFOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE PEIXES-BOI MARINHOS
(*Trichechus manatus manatus*, LINNAEUS, 1758) NA REGIÃO NORDESTE DO
BRASIL

NATAL / RN

2019

REBECA TAÍNES DO NASCIMENTO PINHEIRO

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE PEIXES-BOI MARINHO
(*Trichechus manatus manatus*, LINNAEUS, 1758) NA REGIÃO NORDESTE DO
BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Estrutural e Funcional do Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito à obtenção do título de Mestre em Biologia Estrutural e Funcional.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Almeida Gavilan.

NATAL / RN

2019

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Leopoldo Nelson - -Centro de Biociências - CB

Pinheiro, Rebeca Taínes do Nascimento.

Análise morfológica do trato digestório de peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus manatus*, LINNAEUS, 1758) na Região Nordeste do Brasil / Rebeca Taínes do Nascimento Pinheiro. - Natal, 2019. 68 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Estrutural e Funcional.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Almeida Gavilan.

1. Sirênios - Dissertação. 2. Sistema digestório - Dissertação. 3. Hábito alimentar - Dissertação. 4. Histologia - Dissertação. I. Gavilan, Simone Almeida. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 599.55

TÍTULO: ANÁLISE MORFOLÓGICA DO TRATO DIGESTÓRIO DE PEIXES-BOI MARINHO (*Trichechus manatus manatus*, LINNAEUS, 1758) NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL.

AUTORA: REBECA TAÍNES DO NASCIMENTO PINHEIRO

DATA DA DEFESA: 20/08/2019

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Simone Almeida Gavilan - Orientadora
Departamento de Morfologia - UFRN

Prof. Dr. Pedro Paulo de Andrade Santos
Departamento de Morfologia - UFRN

Prof. Dr. Flávio José de Lima Silva – Membro externo
Departamento de Turismo – UERN

AGRADECIMENTOS

À Deus que durante essa etapa tornou o Seu amor mais visível em cada detalhe da caminhada. A minha eterna gratidão à Ele, que é meu afago, amigo fiel, refúgio, mestre e um bom pai.

Aos meus pais, Marcos e Izolda, e à minha irmã, Talita Raquel, que são os maiores incentivadores e admiradores dos meus sonhos. Gratidão pelos conselhos, orações, paciência, grande amor e cuidado. Vocês são essenciais na minha história e na minha vida.

À minha família materna que com tanto amor me acolheram a cada pedido de estadia, tornando suas casas um lugar de refúgio entre as viagens constantes. Especificamente à quem eu mais recorri: Leonardo Lucas, tia Ivanuzia, tia Lenaide, André, Lucas Neto, Íris Clara, Marcelo Victor, Airton Júnior, Raeno, Dalliany, tia Libna e meninas, tia Ionete e Anna Raquel.

À minha tia Ionete e à minha avó Salete pelas orações que me fortaleceram na caminhada.

À minha família paterna que estiveram na torcida e apoiando.

À professora Dra. Simone Almeida Gavilan pelo seu acolhimento desde o primeiro dia no Laboratório, pela sua orientação na pesquisa e na vida, pelas oportunidades, pela compreensão e pelo seu cuidado com os orientandos.

Aos membros da banca, prof. Dr. Flávio Lima e prof. Dr. Pedro Paulo, pelas considerações que enriqueceram este trabalho.

Ao Laboratório de Morfofisiologia de Vertebrados da UFRN, que se tornou uma casa na companhia da professora Simone Gavilan, Silmara Rossi, Rafael Revêredo, Raquel Marinho, Anni Elize, Felipe Canejo, Aline Bonfim e Daniel Sólón. Obrigada por me socorrerem na preparação das lâminas e dúvidas.

Ao Projeto Cetáceos da Costa Branca (PCCB-UERN) que confiou e proporcionou meu crescimento profissional por meio de uma equipe cordial, assim como o desenvolvimento desta pesquisa. Sou profundamente grata.

Às instituições, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos

Aquáticos (CMA – ICMBio) e Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS), que disponibilizaram material para que esta pesquisa pudesse ser realizada.

Aos meus colegas de trabalho do PCCB, especialmente a Augusto BôaViagem, Radan Elvis, Amy Borges, Iara Cecília, Edson Júnior, Juliana Pires, Gabriela Colombini e Fernanda Attademo. Gratidão pela disponibilidade sempre presente e pela amizade.

Ao Laboratório de Neurociências (Labneuro) e ao Laboratório de Técnicas Histológicas do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), principalmente ao prof. Dr. Exedito Nascimento, Sara, Socorro e Melina.

Aos meus colegas de mestrado, principalmente a Khelven Klay, Laura e a Maryelle Cássia pelo companheirismo e a solidariedade presente em todo tempo.

Aos grandes amigos da República: Paulo, Seu David e Gabriel. Gratidão pela paciência, pelo apoio, pela atenção e pela amizade.

Aos meus irmãos em Cristo (Igreja Cristã Gileade do Siqueira, Igreja Bola de Neve e Assembléia de Deus de Natal, Igreja Boas Novas de Guamaré e Primeira Igreja Batista de Areia Branca) que me receberam com muito carinho e estiveram presentes em oração e com palavras que me fortaleceram na jornada.

Aos amigos da trajetória da vida (Jessica Bezerra, Gabriel Gomes da Bahia, Fábio Lima e Giulia Gaglianone) pela prontidão em ajudar e pela amizade.

"As nossas paixões são os principais instrumentos da nossa conservação".

(Jean-Jacques Rousseau)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIO: Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico

ADV: Adventícia

AGV: Ácidos Graxos Voláteis

AQUASIS: Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos

C: Cólon

Cccl: Célula caliciforme

CCol: Célula colunar

Ccub: Célula cúbica

CE: Ceco emparelhado

CEPENE: Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste

CME: Camada muscular externa

CMI: Camada muscular interna

CP: Criticamente Em Perigo

CPa: Células parietais

D: Duodeno

DD: Divertículo duodenal

E: Esôfago

EEPQ: Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado

EN: Em Perigo

FE: Fibras elásticas

GC: Glândula cárdica

GG: Glândulas gástricas

H.E.: Hematoxilina-Eosina

ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IUCN: União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais

LP: Lâmina própria

M: Mucosa

MM: Muscular da mucosa

NL: Nódulo linfático

PCCB: Projeto Cetáceos da Costa Branca

PNM: Plexo nervoso mioentérico

PNMu: Plexo nervoso mucoso

PNS: Plexo nervoso submucoso

R: Reto

S: Serosa

SISBIO: Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

SM: Submucosa

TCD: Tecido conjuntivo denso

TCF: Tecido conjuntivo frouxo

TGI: Trato gastrointestinal

UERN: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

VM: Veia mesentérica

VS: Vaso sanguíneo

VU: Vulnerável

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Composição da Ordem Sirenia formada por peixes-bois (*Trichechus spp.*), dugongos (*Dugong dugon*) e a extinta vaca marinha de Steller (*Hydrodamalis gigas*).
Fonte: National Marine Educator's Association, 1989. Conference: Miami, Flórida. . 18
- Figura 2 - Distribuição de ocorrência atual e histórica do peixe-boi marinho (*T. m. manatus*) com a representação das áreas descontínuas e distribuição do peixe-boi amazônico (*T. inunguis*) no Brasil. Fonte: LUNA; PASSAVANTE, 2010. 19
- Figura 3 - Representação anatômica do tubo digestório do peixe-boi que inclui o esôfago (E); glândula cárdica (GC); Divertículo duodenal (DD); Duodeno (D); Veia mesentérica (VM); Divertículos cecais (DC); Cólon (C) e Reto (R). Fonte: MITCHELL (1905) e LEMIRE, (1968) adaptado por BEST (1981). 24
- Figura 4 - Aspecto macroscópico do estômago do peixe-boi da Flórida indicando o fluxo do bolo alimentar no compartimento cárdico para o compartimento pilórico. Fonte: REYNOLDS; ROMMEL, 1996 adaptado pela própria autora. 24
- Figura 5 - Fluxograma das etapas de peixes-boi que vieram a óbito para a coleta do material biológico. Fonte: própria autora. 27
- Figura 6 - Esquema representativo do processamento manual de tecidos nas etapas de desidratação, diafanização e impregnação. Fonte: Caputo; Gitirana; Manso (2010) adaptado pela própria autora. 29
- Figura 7 - Anatomia macroscópica do trato gastrointestinal do peixe-boi-marinho (*T. manatus manatus*). **(A)** Topografia dos órgãos do aparelho digestório de um animal neonato, vista ventral; Lobos hepáticos (1), vesícula biliar (2), estômago (3), intestino delgado (4) e intestino grosso (5). Barra: 10 cm. **(B e C)** Estômago e duodeno de um peixe-boi adulto; Porção caudal do esôfago (a), região cárdica (b), glândula cárdica (c), região pilórica (d), ampola duodenal (e), pós-ampola duodenal (f); divertículos duodenais (setas) Barra: 10 cm. **(D)** Tubo digestório de um animal neonato (*ex-situ*), em sequência, o esôfago (a), estômago (b); duodeno (c); intestino delgado com jejuno e íleo (1); ceco (d); cólon (2) e reto (e). Barra: 10 cm. **(E)** Ceco

de peixe-boi neonato; Íleo (a), corpo cecal (b), ampola cecal (c), cólon (d) e divertículos cecais (setas). Barra: 5 cm.....31

Figura 8 - Esôfago do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*). (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS), subdividida em camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME) e adventícia (ADV). (B) Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EPPQ), lâmina própria (LP), papilas (*) e muscular da mucosa (MM). (C) Vaso sanguíneo (VS) na lâmina própria (LP). (D) Tecido conjuntivo denso. (E) Fibras musculares estriadas esqueléticas na camada circular interna (a) e camada longitudinal externa (b). (F) Vasos sanguíneos (VS) e plexo nervoso mioentérico (PNM) entre as camadas musculares. (G e H) Fibras elásticas (FE) na camada mucosa e submucosa e entre a camada muscular externa (CME) e a adventícia (ADV). Coloração HE (A, B, C e D) e coloração Verhoeff (hematoxilina férrica) (E e F).....33

Figura 9 - Estômago do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*) (A, B, C, D, E). (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular externa (ME) e serosa (S). (B) Mucosa gástrica formada por epitélio simples cilíndrico (EP), fossetas gástricas (*) e glândulas gástricas (GG). Nota-se a muscular da mucosa (MM). (C) Plexo nervoso mucoso (PNMu), vasos sanguíneos (VS) e muscular da mucosa (MM). (D) Nódulo linfático (NL) na camada mucosa (M). (E) Plexo nervoso mioentérico (PNM) no tecido conjuntivo frouxo (TCF) entre as camadas musculares interna (CMI) e camada muscular externa (CME). Coloração HE.35

Figura 10 – Glândula cárdica presente no estômago do peixe-boi marinho (A, B, C, D, E, F). (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular externa (ME) e serosa (S). (B) Camada mucosa em lóbulos (linha tracejada); Camada submucosa por meio dos septos (SP) com nódulo linfático (NL) e vaso sanguíneo (VS). (C) Distribuição das células parietais e principais em zonas. (D) Epitélio cilíndrico simples (EP) e células parietais (CPa). (E e F) Plexo nervoso mioentérico (PNM) e vasos sanguíneos (VS) na camada muscular. Coloração HE.....37

Figura 11 – Comparação da glândula cárdica do peixe-boi marinho entre duas fases: neonato (A, C e E) e adulto (B, D e F). (C e D) Epitélio cilíndrico simples mucoso (EP) e células parietais (CPa); (C) nota-se as criptas gástricas (*) em diferentes tipos

de cortes. (E e F) Células principais (CPr). Coloração HE.....38

Figura 12 – Ampola duodenal (A, B, C, D e E) e divertículo duodenal (F e G) do peixe-boi marinho em duas faixas etárias: neonato (A, C, D e E) e filhote (B, F e G). (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Epitélio simples cilíndrico (EP) composta por enterócitos, células caliciformes (Ccal) e criptas intestinais (CI), glândulas duodenais (GD) e muscular da mucosa (MM) na camada mucosa (M); Vasos sanguíneos (VS) e gânglios do plexo nervoso submucoso (PNS) na camada submucosa (SM). (C) Nódulo linfático (NL) na camada submucosa, entre a muscular da mucosa (MM). (D) Gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre a camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME). (E e F) Estruturas histológicas do divertículo duodenal semelhantes à ampola duodenal. Coloração HE.....40

Figura 13 - Jejuno (A, B, C e D) e íleo (E e F) do peixe-boi marinho. (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Nódulos linfáticos (NL) na camada mucosa (M) e submucosa (SM). (C) Muscular da mucosa (MM), vasos sanguíneos (VS) e plexo nervoso submucoso (PNS) na camada submucosa. (D) Gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre a camada muscular interna (CMI) e a camada muscular externa (CME). (E e F) Características histológicas do íleo semelhantes as que são encontradas no jejuno. Coloração HE.42

Figura 14 - Ceco do peixe-boi marinho. (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Células cúbicas com queratina (CCub), células colunares (Ccol) e células caliciformes (CCal). (C) Nódulos linfáticos (NL), muscular da mucosa (MM) e plexo nervoso mucoso (PNMu) na camada mucosa e vasos sanguíneos (VS) na camada submucosa (D) Camada muscular com três orientações identificadas pela numeração seguindo a direção da camada mais interna para a camada mais externa; Gânglio do plexo nervoso mioentérico (PNM); Camada serosa (S). Coloração HE.43

Figura 15 – Cólon de peixe-boi marinho. (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (M) e serosa (S). (B) Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EEPQ), células cúbicas (CCub), células colunares (CCol) e células caliciformes (CCal) na camada mucosa. (C) Muscular da mucosa (MM), nódulo linfático (NL), vaso

sanguíneo (VS) e gânglio do plexo nervoso submucoso (PNS) presentes na camada submucosa. (D) Gânglio do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre as camada muscular interna (CMI) e a camada muscular externa (CME); Presença de vasos sanguíneos (VS) na camada serosa.45

Figura 16 – Reto do peixe-boi marinho. (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EEPQ), células cúbicas (CCub), células colunares (Ccol) e células caliciformes (Ccal) na camada mucosa. (C) Muscular da mucosa (MM), nódulo linfático (NL) e vaso sanguíneo (VS). (D) Camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME) com a presença de vasos sanguíneos (VS) e gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM); Serosa (S).46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologias realizadas por pesquisadores para identificação dos hábitos alimentares da Família Trichechidae.	20
Quadro 2 – Revisão de literatura sobre aspectos alimentares com peixes-bois marinhos (<i>T. m. manatus</i>) na região nordeste do Brasil.....	21

RESUMO

Estudos morfológicos do trato digestório são relevantes para o conhecimento da biologia e compreensão de hábitos alimentares de forma a ampliar os esforços de conservação das espécies. Desta forma nosso objetivo foi analisar macro e microscopicamente o trato digestório do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*). Foram coletadas amostras de 20 animais que encalharam mortos no litoral do nordeste brasileiro ou que vieram à óbito durante o processo de reabilitação em cativeiro entre julho de 1995 a março de 2017. A análise macroscópica do trato gastrointestinal foi realizada a partir do acompanhamento *in loco* das necropsias do Projeto Cetáceos da Costa Branca da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (PCCB-UERN). Para avaliação microscópica, os fragmentos teciduais coletados durante a necropsia foram fixados com formol a 10% e submetidos ao processamento histológico de rotina, com cortes de 5 µm de espessura, e posteriormente submetidos ao método de coloração em Hematoxilina-Eosina (H.E.), método de Verhoeff e o método de ácido periódico-Schiff (PAS). Neste estudo, observou-se que o tubo digestório é formado pelas quatro camadas histológicas (mucosa, submucosa, muscular e serosa ou adventícia). Macroscopicamente, neonatos e adultos apresentam as mesmas estruturas do trato digestório. Microscopicamente, no esôfago, as glândulas esofágicas estão ausentes e há fibras elásticas na submucosa e entre a camada muscular externa e a adventícia. O estômago possui a estrutura denominada glândula cárdica, que microscopicamente, apresenta diferenças ontogenéticas. Na ampola duodenal e nos divertículos foram identificadas as glândulas duodenais na submucosa. Na porção luminal da camada mucosa da ampola cecal, cólon e reto observou-se epitélio estratificado pavimentoso queratinizado. O trato digestório dos peixes-boi marinhos da espécie *Trichechus manatus manatus* assemelha-se ao que tem sido relatado aos animais da Ordem Sirenia, porém, apresentando algumas particularidades histológicas em maior evidência.

Palavras-chave: Sirênios, sistema digestório, hábito alimentar, histologia.

ABSTRACT

Morphological studies of the digestive tract are relevant for the knowledge of biology and understanding of dietary habits in order to increase conservation efforts of the species. Thus, our study aims to analyze macro and microscopically the digestive tract of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*). Samples were collected from 20 animals that dead stranded in the northeast coast of Brazil or died during the rehabilitation process in captivity between July of 1995 to March of 2017. The macroscopic analysis of the gastrointestinal tract was performed from the follow-up in loco of necropsies of Projeto Cetáceos da Costa Branca (PCCB-UERN). In order to evaluate microscopically, tissues collected during necropsies were fixed with 10% formalin and submitted to routine histological processing, with cuts of 5 µm of thickness, and subsequently submitted to the Hematoxylin-Eosin staining method (H.E.), Verhoeff methodology and periodic-Schiff acid (PAS) methodology. Macroscopically, neonates and adults present the same structures in the digestive tract. Microscopically, in the esophagus, the esophageal glands are absent and there are elastic fibers in the submucosa and between the muscularis externa and adventicia. The stomach has a structure called cardiac gland, which microscopically, presents ontogenetics differences. In the duodenal ampulla and diverticula, duodenal glands were identified in the submucosa. In the luminal portion of the mucosa layer of the cecal ampulla, colon and retus, stratified keratinized squamous epithelium was observed. The digestive tract of the Antillean manatee of the espécies *Trichechus manatus manatus* resemble what has been reported about animals from the Order Sirenia, but presenting some histological particularities in more evidence.

Keywords: Sirenians, digestive system, alimentary habit, histology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. OBJETIVOS	17
2.1.GERAL	17
2.2.ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1.SIRÊNIOS	18
3.2.HÁBITOS ALIMENTARES E ANÁLISE DO CONTEÚDO ALIMENTAR EM PEIXE-BOI.....	20
3.3. MORFOLOGIA ESTRUTURAL E FUNCIONAL DO TRATO DIGESTÓRIO DO PEIXE-BOI.....	23
4. METODOLOGIA GERAL	26
4.1.COLETA DE DADOS.....	26
4.2.CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	26
4.3.ANÁLISE MACROSCÓPICA.....	27
4.4.ANÁLISE MICROSCÓPICA.....	28
5. RESULTADOS	29
5.1.ANÁLISE MACROSCÓPICA.....	30
5.2.ANÁLISE MICROSCÓPICA.....	32
6. DISCUSSÃO	47
7. CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE	61
ANEXOS	63

1. INTRODUÇÃO GERAL

O peixe-boi marinho é uma espécie que está classificada na categoria de “Vulnerável (VU)” pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais - IUCN (IUCN, 2008) e na categoria “Em Perigo (EN)” pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (LUNA *et al.*, 2018).

Os animais herbívoros marinhos (peixes-boi, dugongos e tartarugas-verde na fase adulta) são importantes como indicadores de habitat, podendo ser utilizados como ferramenta para identificação de tamanho, de profundidade e de nova localização de prados de fanérogamas marinhas em áreas desconhecidas (HAYS *et al.*, 2018). Estes animais contribuem na produtividade e abundância das pradarias de fanérogamas marinha e na fauna associada aos prados por meio da pastagem (THAYER *et al.*, 1984; VALENTINE; HECK, 1999).

O peixe-boi marinho pode ser considerado uma espécie-sentinela, na qual indica alterações que ocorrem no ambiente onde habita (BONDE; AGUIRRE; POWELL, 2004), atribuindo-lhe uma importante função ecológica (CHOI, 2011). Portanto, pesquisas e incentivos para conservação dessa espécie são fundamentais para o equilíbrio do ambiente (BONDE; AGUIRRE; POWELL, 2004; CHOI, 2011).

Tratam-se de animais monogástricos herbívoros (PIMENTEL, 2001) e considerados oportunistas com uma dieta altamente variada (HARTMAN, 1979; PIMENTEL, 2001). Desta maneira, apresentam adaptações morfológicas do trato gastrointestinal tanto para herbivoria quanto para ingestão incidental de água com variação de salinidade (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Alguns estudos podem ser destacados na literatura acerca da anatomia do tubo digestório dos sirênios (LEMIRE, 1968; SNIPES, 1984; COLARES, 1994; REYNOLDS; ROMMEL, 1996), entre outros. Entretanto, pesquisas referentes à histologia do trato digestório da Ordem Sirenia são encontradas de forma fragmentada na literatura, sendo necessárias mais pesquisas e contextualização destas, visando expandir o conhecimento da biologia alimentar. Sendo a análise microscópica uma ferramenta de estudo importante para identificação de diferentes tecidos, bem como alterações patológicas (VERGARA-PARENTE, 2005; CAPUTO; GITIRANA; MANSO, 2010).

Embora existam estudos relacionados às descrições morfológicas do trato

digestivo dos sirênios, pesquisas sobre a descrição anatômica e histológica do trato digestório de peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus manatus*) do Brasil são escassos. Portanto, os resultados desta pesquisa visam contribuir com informações que somados a estudos de comportamento, biologia e ecologia, podem fundamentar na compreensão acerca dos hábitos alimentares e proporcionar ações de estratégias de conservação para a espécie.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Realizar análise morfológica do trato digestório do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) na região nordeste do Brasil.

2.2. ESPECÍFICOS

- Descrever a morfologia macroscópica do trato digestório do peixe-boi marinho;
- Analisar por meio da microscopia de luz o trato digestório do peixe-boi marinho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. SIRÊNIOS

A ordem Sirenia é composta por peixes-bois e dugongos, que fazem parte da família Trichechidae e Dugongidae, respectivamente (Figura 1). Esta ordem é representada pelos únicos mamíferos aquáticos herbívoros no mundo (HARTMAN,1979) e que estão distribuídos em águas tropicais ou subtropicais (FORCADA, 2009). A herbivoria torna-se um fator limitante para a sua distribuição e a sua presença em tipos de habitats determinados, possuindo desta forma hábitos costeiros (BEST, 1981; JIMÉNEZ, 2000; CHOI, 2011).

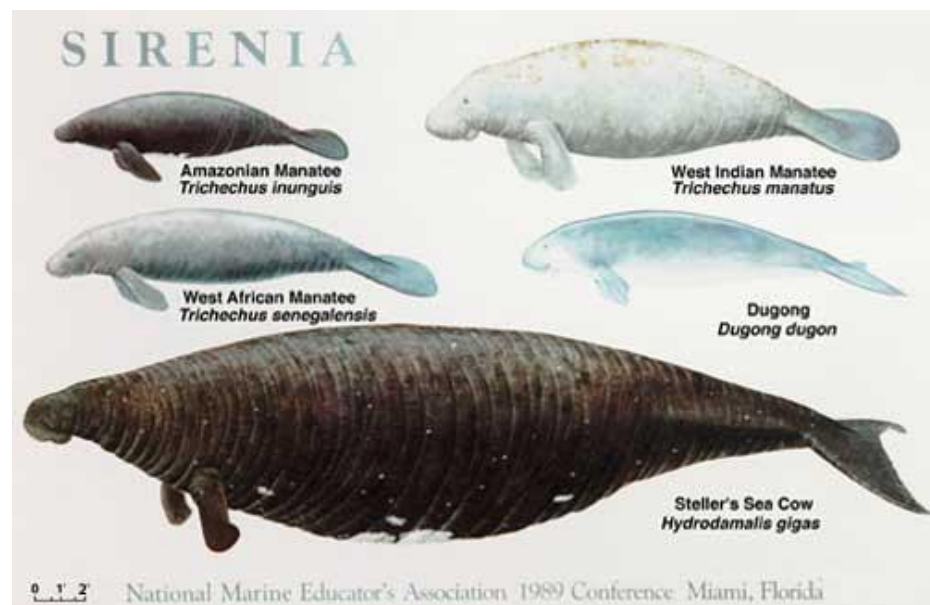


Figura 1 - Composição da Ordem Sirenia formada por peixes-bois (*Trichechus spp.*), dugongos (*Dugong dugon*) e a extinta vaca marinha de Steller (*Hydrodamalis gigas*). Fonte: National Marine Educator's Association, 1989. Conference: Miami, Flórida.

A família Dugongidae é representada apenas pelos dugongos (*Dugong dugon*). A vaca marinha de Steller (*Hydrodamalis gigas*), que também pertencia à esta família, foi extinta. A família Trichechidae é composta somente pelo gênero *Trichechus*, que inclui três espécies: o peixe-boi africano (*T. senegalensis*); o peixe-boi amazônico (*T. inunguis*); e o peixe-boi marinho (*T. manatus*) (ROSAS; PIMENTEL, 2001).

São reconhecidas duas subespécies para o *Trichechus manatus*: o peixe-boi da Flórida (*Trichechus manatus latirostris*; Harlan, 1824), que ocorre na América do

Norte; e o peixe-boi das Antilhas ou peixe-boi marinho, (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus, 1758), que habita na América Central e no Sul (ICMBio, 2011). Estas subespécies se diferem especialmente pela morfologia do crânio (REYNOLDS; POWELL; TAYLOR, 2009). Entretanto, por meio de análise genética e morfometria geométrica craniana, foi proposta uma reavaliação do *status* taxonômico de *Trichechus manatus manatus* entre as populações do Brasil e do Caribe em duas subespécies (BARROS *et al.*, 2016).

No Brasil, ocorrem duas espécies de sirênios: o peixe-boi amazônico e o peixe-boi marinho. O peixe-boi amazônico (*T. inunguis*) é encontrado nas bacias dos principais rios da Amazônia (ICMBio, 2011). A espécie marinha (*T. m. manatus*) tem a sua distribuição entre os estados do Amapá a Alagoas (Figura 2), com desaparecimento da espécie nos litorais do Espírito Santo, Bahia (ALBUQUERQUE; MARCOVALDI, 1982) e Sergipe (LUNA, 2008; LIMA *et al.*, 2011). Essa distribuição espacial descontínua está relacionada aos impactos antrópicos e geográficos (LUNA *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2011). Além disso, da foz do Rio Amazonas a costa das Guianas encontra-se uma zona de animais híbridos, resultado do cruzamento entre peixe-boi amazônico e peixe-boi marinho (VILAÇA *et al.*, 2019).



Figura 2 - Distribuição de ocorrência atual e histórica do peixe-boi marinho (*T. m. manatus*) com a representação das áreas descontínuas e distribuição do peixe-boi amazônico (*T. inunguis*) no Brasil. Fonte: LUNA; PASSAVANTE, 2010.

Estudos com o peixe-boi da Flórida têm prevalecido entre os cientistas e as

informações oriundas destas pesquisas tem sido utilizadas como referencial para o peixe-boi marinho (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; FOPPEL, 2010). Levando em consideração o fato de ser uma subespécie distinta, deve-se ter cuidado ao estender as características conhecidas para as populações brasileiras (FOPPEL, 2010).

3.2. HÁBITOS ALIMENTARES E ANÁLISE DO CONTEÚDO ALIMENTAR EM PEIXE-BOI

As estruturas anatômicas do trato digestório estão relacionadas com a natureza do alimento (CHAVES; VAZZOLER, 1984), assim como também aos hábitos alimentares (SILVA, 2004).

Hartman (1979) considerou os peixes-boi como exclusivamente herbívoros e oportunistas. Para Courbis e Worthy (2003), este conceito baseia-se no predomínio de grande variedade de itens alimentares que foram encontrados em análises de conteúdo estomacal e fecal, referente à vegetação de água doce, fanérogamas e algas.

A fim de compreender a ecologia trófica e auxiliar em estratégias alimentares para a conservação de mamíferos marinhos, métodos de estudo como análise de conteúdo estomacal, conteúdo fecal, isótopos estáveis e ácidos graxos tem sido realizadas por pesquisadores (BISI; LAILSON-BRITO; MALM, 2012; RODRIGUES, 2018). Estas técnicas tem sido aplicadas em estudos com peixes-bois para entender a ecologia alimentar (Quadro 1).

Quadro 1- Metodologias realizadas por pesquisadores para identificação dos hábitos alimentares da Família Trichechidae.

METODOLOGIAS	SUBESPÉCIES	CITAÇÃO
Observação direta em áreas de alimentação	<i>T. m. latirostris</i>	COURBIS; WORTHY, 2003
Técnica de isótopo de carbono (e nitrogênio)	<i>T. m. latirostris</i> <i>T. m. manatus</i> <i>T. senegalensis</i>	AMES; VLEET; SACKETT, 1996 ALVES-STANLEY; WORTHY, 2009 CIOTTI, 2012 DIAGNE, 2014

Análise de conteúdo fecal	<i>T. m. manatus</i>	FLORES-CASCANTE <i>et al.</i> , 2013 SOUSA, 2016 PONCE-GARCÍA; OLIVERA-GÓMEZ; SOLANO, 2017
Análise de conteúdo gastrointestinal e fecal	<i>T. m. manatus</i> <i>T. inunguis</i>	COLARES; COLARES, 2002 BORGES <i>et al.</i> , 2008 ALLEN <i>et al.</i> , 2017 RODRIGUES, 2018

Fonte: própria autora.

Em Belize, localizado na América Central, encontrou-se no peixe-boi marinho quinze itens alimentares identificados como fanerógamas, vegetação de mangue, algas e invertebrados (diatomáceas e esponjas) (ALLEN *et al.*, 2017).

A presença dos invertebrados entre as macrófitas pode acarretar a ingestão destes de forma involuntária durante o forrageio e que esta ingestão pode contribuir como suplementação de nutrientes (BEST; 1981; BORGES *et al.*, 2008). Em estudo realizado com peixe-boi africano no Senegal, identificou-se moluscos e peixes como importantes itens alimentares para esta população (DIAGNE, 2014). Além do que, comportamentos registrados com o peixe-boi da Flórida durante a observação direta no período de alimentação sugerem que o animal tenha interesse de forma ativa por invertebrados, e não acidental, ingerindo os mesmos em alguns casos (COURBIS; WORTHY, 2003).

No nordeste brasileiro, por meio das pesquisas de análises do conteúdo alimentar para o peixe-boi marinho foram observados itens alimentares em espécies de vida livre (Quadro 2).

Quadro 2 – Revisão de literatura sobre aspectos alimentares com peixes-bois marinhos (*T. m. manatus*) na região nordeste do Brasil.

CITAÇÃO	BORGES <i>et al.</i> , 2008	SOUSA, 2016
REGIÃO	Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas	Maranhão

TIPO DE ANÁLISE	Análise de conteúdo gastrointestinal e análise de conteúdo fecal	Análise de conteúdo fecal
ITENS ALIMENTARES	<p>Algas verdes <i>Caulerpa prolifera</i> <i>C. mexicana</i> <i>C. cupressoides</i> <i>C. sertularioides</i> <i>C. sertularioides</i> <i>Anadyomene stellata</i></p> <p>Algas pardas <i>Dictyopteris sp.</i> <i>Dictyota sp.</i> <i>Padina gymnospora</i> <i>Sargassum sp.</i></p> <p>Algas vermelhas <i>Cryptonemia crenulata</i>, <i>Bryothamnion seaforthii</i> <i>Osmundaria obtusiloba</i> <i>Hypnea musciformis</i> <i>Gelidiella acerosa</i></p> <p><i>Gelidium sp.</i> <i>Gracilaria sp.</i> <i>G. domingiensis</i></p> <p>Fanerógamas <i>Halodule wrightii</i> <i>Halophila sp.</i></p> <p>Cnidário</p>	<p>Algas verdes <i>Rhizoclonium sp</i></p> <p>Algas vermelhas <i>Catenella caespitosa</i> <i>Bostrychia radicans</i> <i>Bostrychia caliptera</i> <i>Caloglossa leprieuri</i> <i>Gelidium sp</i> <i>Gelidiella acerosa</i> <i>Murrayella pericladus</i></p> <p>Fanerógamas <i>Halodule wrightii</i></p> <p>Cnidários hidróides <i>Thuiaria sp</i> <i>Aglaophenia sp</i> <i>Acryptolaria sp</i></p> <p>Folhas de vegetação de mangue <i>Rhizophora mangle</i> <i>Avicennia germinans</i> <i>Laguncularia racemosa</i></p> <p>Fragmentos de conchas</p> <p>Fragmentos de galhos</p> <p>Resíduos sólidos</p>

Fonte: própria autora.

As variações sazonais alteram a quantidade e o tipo de vegetação disponível para estes animais acarretando em mudanças de suas preferências alimentares como foi registrado sobre o peixe-boi marinho em sistemas fluviais em Tabasco, localizado no México (PABLO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2015) e o peixe-boi africano no Senegal (DIAGNE, 2014).

Alguns fatores que influenciam na distribuição geográfica dos peixes-bois são: A disponibilidade abundante de vegetação aquática, que ocorre em planícies

costeiras e litorais de águas pouco profundas, e as fontes de água doce, encontradas em desembocadura de rios e locais que possuem olhos d'água (BEST, 1981; LIMA *et al.*, 1992; JIMÉNEZ, 2000). Dessa forma, dificultando a ocorrência de peixes-bois em habitats marinhos com maior profundidade (BEST, 1981; JIMÉNEZ, 2000).

3.3. MORFOLOGIA ESTRUTURAL E FUNCIONAL DO TRATO DIGESTÓRIO DO PEIXE-BOI

O peixe-boi é um herbívoro não-ruminante (BEST, 1981; REYNOLDS; ROMMEL, 1996) também classificado como fermentador pós-gástrico pois a digestão ocorre principalmente no intestino grosso (BURN, 1986). O peixe-boi apresenta particularidades anatômicas do sistema digestório devido à combinação entre a dieta herbívora e a sua distribuição eurialina (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; REYNOLDS *et al.*, 2018).

A língua do peixe-boi pode desenvolver função “na quimiorrecepção, como degustação, detecção de hormônios ou outros produtos químicos liberados de outros peixes-boi e a detecção de mudanças de salinidade” (LEVIN; PFEIFFER, 2002). Estudo feito com o peixe-boi da Flórida descreveu que, macroscopicamente, a língua do peixe-boi apresenta características de ser delgada, musculosa e tendo a posição da base fixa firmemente no assoalho da cavidade oral e o ápice sendo livre e móvel (LEVIN; PFEIFFER, 2002). Em que a maioria das papilas parece desempenhar funções mecânicas, em vez de gustativas (LEVIN; PFEIFFER, 2002). Os tipos de papilas linguais, identificadas por Levin e Pfeiffer (2002), foram as filiformes, fungiformes e foliáceas, porém, as papilas circunvaladas não foram localizadas. Apenas nas papilas foliadas foram encontrados os botões gustativos (LEVIN; PFEIFFER, 2002).

A estrutura anatômica do trato digestório do peixe-boi é formada pelo esôfago, estômago, glândula cárdica, intestino delgado (constituído pelo duodeno, divertículos duodenais, jejuno e íleo) e intestino grosso (formado pelo ceco, divertículos cecais, cólon e reto) (Figura 3). No trato gastrointestinal do peixe-boi da Flórida foram encontradas estas adaptações anatômicas, sendo dificilmente observadas em outros mamíferos (REYNOLDS; POWELL; TAYLOR, 2009).

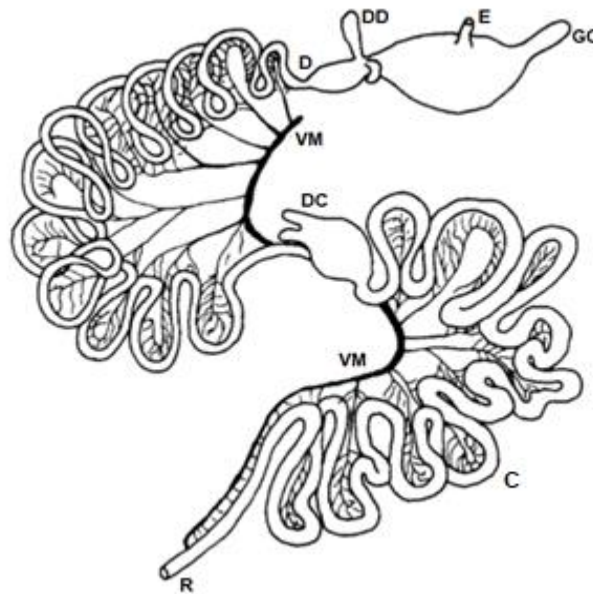


Figura 3 - Representação anatômica do tubo digestório do peixe-boi que inclui o esôfago (E); glândula cárdica (GC); Divertículo duodenal (DD); Duodeno (D); Veia mesentérica (VM); Divertículos cecais (DC); Cólon (C) e Reto (R). Fonte: MITCHELL (1905) e LEMIRE, (1968) adaptado por BEST (1981).

O esôfago do peixe-boi é estreito e muscular com esfíncter na porção de transição para o estômago impedindo o refluxo alimentar (MURIE, 1872).

O estômago é unilocular (REYNOLDS; ROMMEL, 1996) e possui uma crista gástrica muscular (Figura 4) que divide o estômago em compartimentos superior e inferior, chamado de porção cárdica e porção pilórica, respectivamente (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; MEAD, 2009). A crista gástrica tem a função de encaminhar o bolo alimentar de maneira que todo o conteúdo seja exposto às secreções da glândula cárdica (REYNOLDS; ROMMEL, 1996). A crista gástrica e uma única glândula cárdica foi observada nos sirênios (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; MEAD, 2009).

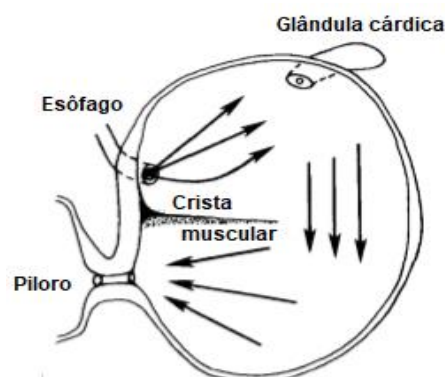


Figura 4 - Aspecto macroscópico do estômago do peixe-boi da Flórida indicando o fluxo do bolo alimentar no compartimento cárdico para o compartimento pilórico. Fonte: REYNOLDS; ROMMEL, 1996 adaptado pela própria autora.

A glândula cárdica é um órgão acessório de digestão localizado na porção cranial do estômago na qual o seu tamanho varia de acordo com o comprimento do animal (REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Esta glândula apresenta um formato cilíndrico e tem um único acesso ao lúmen do estômago na porção cárdica (Figura 4) (REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Na base da glândula cárdica, há presença de vasos sanguíneos e de um pequeno músculo esfínteriano, que pode estar relacionado com a permissão de secreção contínua devido ao hábito de forrageamento durante o período ao longo do dia (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; HARSHAW, 2012). A glândula cárdica produz muco, enzimas digestivas e ácidas (WALSH; BOSSART, 1999).

Ao longo da curvatura maior do estômago do peixe-boi da Flórida, há presença de glândulas produtoras de muco nas camadas mucosas e submucosas, presumindo-se que a função seja a produção abundante de muco nesta região, que por sua vez poderia neutralizar o efeito do sal ingerido durante a alimentação do animal (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

O volumoso intestino grosso dos peixes-bois é um local importante na reabsorção de água e é a região que ocorre a digestão de matéria orgânica, nitrogênio e gordura bruta (BURN, 1986). Estes animais são considerados fermentadores pós-gástricos pois a digestão da celulose ocorre principalmente no ceco e no cólon proximal, apresentando mais células absorptivas nestas regiões (BURN, 1986). O ceco do peixe-boi é bem desenvolvido, apresentando um formato incomum com dois divertículos cecais (MEAD, 2009), estes se estendem do corpo cecal nas proximidades da junção ileocecal (SNIPES, 1984). Uma característica do ceco exclusiva dos sirênios é o epitélio pavimentoso estratificado queratinizado ou não-queratinizado que recobre as criptas de Lieberkühn (REYNOLDS, 1981; SNIPES, 1984; REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

O grande comprimento do trato gastrointestinal, que representa 12 a 14 vezes do comprimento do animal, e a grande quantidade de criptas no intestino grosso do peixe-boi, que estão dispostas perpendicularmente a passagem da digesta, podem tornar a digestão lenta (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Estas adaptações anatômicas do trato digestório do peixe-boi, além da presença da glândula cárdica, permitem a digestão de alimentos semelhantes à maioria dos outros fermentadores pós-gástricos (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Considerando que na literatura não há relatos sobre a anatomia e a histologia do trato digestório do peixe-boi marinho no Brasil e a importância do conhecimento

morfológico para melhor compreensão de dietas e hábitos alimentares, este trabalho torna-se útil para auxiliar no conhecimento e conservação do peixe-boi marinho que encontra-se ameaçado de extinção.

4. METODOLOGIA GERAL

Para execução do presente trabalho, foram reaproveitadas amostras de pesquisas anteriores que obtiveram a permissão para a realização de atividades com finalidade científica por meio do cadastro no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO (Anexo 1).

4.1. COLETA DE DADOS

Utilizou-se amostras teciduais do sistema digestório de 20 peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus manatus*) dos cinco estados do nordeste brasileiro: Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

As amostras eram de indivíduos de ambos os sexos (11 machos, 8 fêmeas e 1 sem informação sobre o sexo) para análise micro e macroscópica no período de julho de 1995 a março de 2017. Os animais foram classificados de acordo com a idade em neonato (≤ 30 dias), filhotes (31 a 730 dias), juvenil (731 a 2190 dias) e adulto (> 2191 dias) (ATTADAMO, 2014).

Todos materiais biológicos foram oriundos de três instituições brasileiras: Projeto de Cetáceos da Costa Branca - Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (PCCB/UERN), Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos (CMA - ICMBio) e Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS), localizadas em Natal – RN; Ilha de Itamaracá – PE e Caucaia – CE, respectivamente.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras foram procedentes de animais que vieram a óbito em uma das condições seguintes: a) Em ambiente de vida livre; b) Durante o período de reabilitação ou c) Após a reintrodução ao ambiente de vida livre (Figura 5).

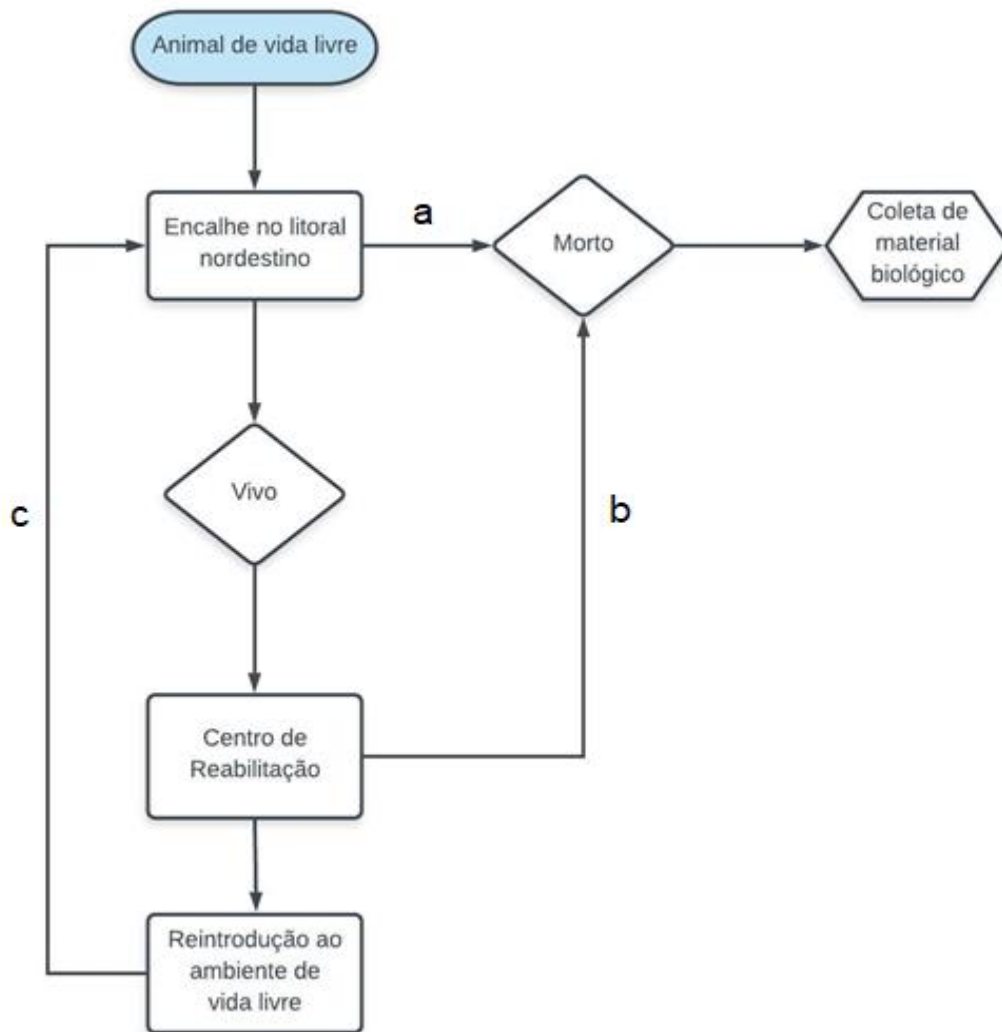


Figura 5 - Fluxograma das etapas de peixes-boi que vieram a óbito para a coleta do material biológico. Fonte: própria autora.

Por meio das instituições, foram coletadas informações nos laudos de necropsia sobre as variáveis de cada indivíduo utilizado neste estudo acerca da origem de encalhe, data de encalhe ou nascimento, data e local de óbito, medições biométricas referentes ao comprimento total em centímetros e *causa mortis* (Apêndice A). O conhecimento da *causa mortis* como variável nesta pesquisa teve como finalidade a identificação dos tecidos não patológicos no trato digestório como triagem para a caracterização microscópica.

4.3. ANÁLISE MACROSCÓPICA

A análise macroscópica foi executada mediante a realização das necropsias dos animais (neonatos e adultos). Durante as necropsias, conduzidas pela equipe de médicos-veterinários das instituições de origem, foram realizadas biometria dos

animais e registros fotográficos. Nesta pesquisa, utilizaram-se as fotografias para caracterização da disposição anatômica dos órgãos.

Para a análise macroscópica não foi considerado o esôfago, devido à limitação amostral. Portanto, avaliou-se a partir do estômago ao intestino grosso.

4.4. ANÁLISE MICROSCÓPICA

Para avaliação histológica, os tecidos biológicos foram removidos em autólise mínima, ou seja, em poucas horas após o óbito. Os tecidos biológicos coletados foram esôfago, estômago, glândula cárdica, ampola duodenal, divertículo duodenal, ampola cecal, cólon e reto.

Durante a necropsia, o material foi devidamente etiquetado, em seguida foi fixado e mantido em solução aquosa de formaldeído a 10%. Posteriormente, no Laboratório de Morfofisiologia de Vertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, os fragmentos foram submetidos à desidratação por meio de banhos de soluções gradativas e crescentes de etanol (etanol em concentração de 70% até álcool absoluto), em seguida, foram diafanizados utilizando o xilol como substância intermediária para realizar a impregnação com parafina (Figura 6). Em todas as etapas, os tecidos biológicos ficaram submergidos durante 1 hora em cada banho. Após a impregnação, seguiu para etapa de inclusão a fim de formar o bloco com o tecido utilizando moldes de metal e parafina líquida. Em seguida, o bloco foi seccionado no micrótomo (LEICA RM 2235) em espessura de 5µm. Os cortes foram submetidos ao método de coloração por Hematoxilina-Eosina (H.E.), segundo Tolosa, Rodrigues e Behmer (2005) e pelo método de coloração de Ácido Periódico-Schiff (PAS) segundo Behmer, Tolosa e F. Neto (1976).

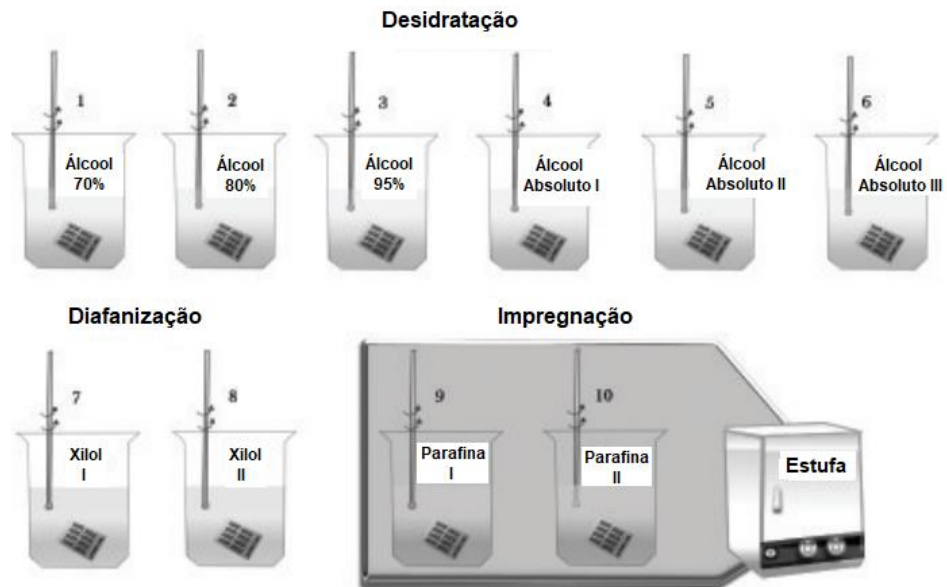


Figura 6 - Esquema representativo do processamento manual de tecidos nas etapas de desidratação, diafanização e impregnação. Fonte: Caputo; Gitirana; Manso (2010) adaptado pela própria autora.

Para compreensão sobre a possibilidade da disposição das fibras musculares estarem relacionadas com a presença de fibras elásticas, foi realizado o método de coloração de Verhoeff nas lâminas de esôfago para a identificação das fibras elásticas, segundo o método de Copetti (1996). Durante o procedimento técnico, as lâminas foram desparafinadas e hidratadas, em seguida foram coradas com a solução de Verhoeff (hematoxolina férrica) por sete minutos e descoradas com cloreto de ferro a 2% até ficarem apenas as fibras elásticas com a cor enegrecida. Posteriormente, a técnica foi adaptada e utilizou-se o *Light Green* durante cinco minutos para coloração de fundo e em seguida, foram lavadas e procedeu-se com a montagem das lâminas.

A análise das lâminas histológicas confeccionadas foi realizada no microscópio de luz, e microfotografadas em microscópio ótico (*Olympus BX41*) com câmera digital (*Nikon DXM1200*) acoplada e com auxílio do *Software NIS-Elements Advanced Research* para captação de imagens.

5. RESULTADOS

O trato digestório do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*) é formado pela cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. Porém, para análise da morfologia macroscópica, neste trabalho, adotou-se caracterizar apenas o tubo gastrointestinal devido as limitações amostrais e

para análise microscópica considerou-se as seguintes estruturas: esôfago, estômago, glândula cárdica, ampola duodenal, divertículo duodenal, ampola cecal, cólon e reto.

Devido às limitações amostrais, a comparação ontogenética foi realizada em lâminas de esôfago, glândula cárdica e ceco. Por este mesmo motivo, não foi possível realizar a comparação de alterações morfológicas de indivíduos de origens diferentes (ambiente natural, reabilitação e pós-reabilitação).

5.1. ANÁLISE MACROSCÓPICA

O peixe-boi marinho foi identificado como animal monogástrico na qual o estômago foi localizado na sua maior totalidade à esquerda do plano mediano e entre os dois lóbulos hepáticos. Especificamente a porção ventral do estômago estava em contato com o lobo esquerdo do fígado, vesícula biliar e intestino delgado (Figura 7-A). Observou-se que as margens do estômago são formadas pela curvatura maior, que é convexa e se estende para a esquerda; e a curvatura menor, que é côncava. Notou-se que na curvatura menor desemboca o esôfago e o piloro, que encontra-se em estreita proximidade. Na porção dorsal da região cárdica do estômago, verificou-se a presença da glândula cárdica com formato cilíndrico e com única abertura ao lúmen dessa região (Figura 7-B).

Verificou-se que o intestino delgado do peixe-boi é um tubo que está subdividido em duodeno, jejuno e íleo; no qual se estende após o esfíncter pilórico do estômago até ao início do corpo cecal. As alças do intestino delgado localizaram-se caudalmente ao estômago. Observou-se que o duodeno é formado inicialmente pela ampola duodenal, constituída por um par de divertículos duodenais, que se abrem para o lúmen desta porção. Em seguida, na porção final do duodeno, identificou-se a pós-ampola duodenal (Figura 7-C). A ampola duodenal estava localizada na porção distal ao piloro. Logo após o duodeno, seguiu-se para os segmentos jejuno e íleo, sendo este considerado a última porção do intestino delgado. Contudo, não houveram características macroscópicas que delimitassem o jejuno e o íleo (Figura 7-D).

O intestino grosso apresentou-se como a porção final do tubo digestivo e segmentado em ceco, cólon e reto, na qual o ceco foi verificado como a porção inicial do intestino grosso. Notou-se que o ceco é formado pelo corpo cecal, de onde surgem dois divertículos cecais próximo à junção ileocecal (Figura 7-E). O corpo

cecal estava conectado a ampola cecal. No neonato, notou-se que o corpo cecal apresentava maior tamanho que a ampola cecal. Verificou-se que o cólon era a maior porção do intestino grosso que prosseguia ao reto, formando alças intestinais. O reto, macroscopicamente, não apresentou nenhuma característica que o distingua do cólon.

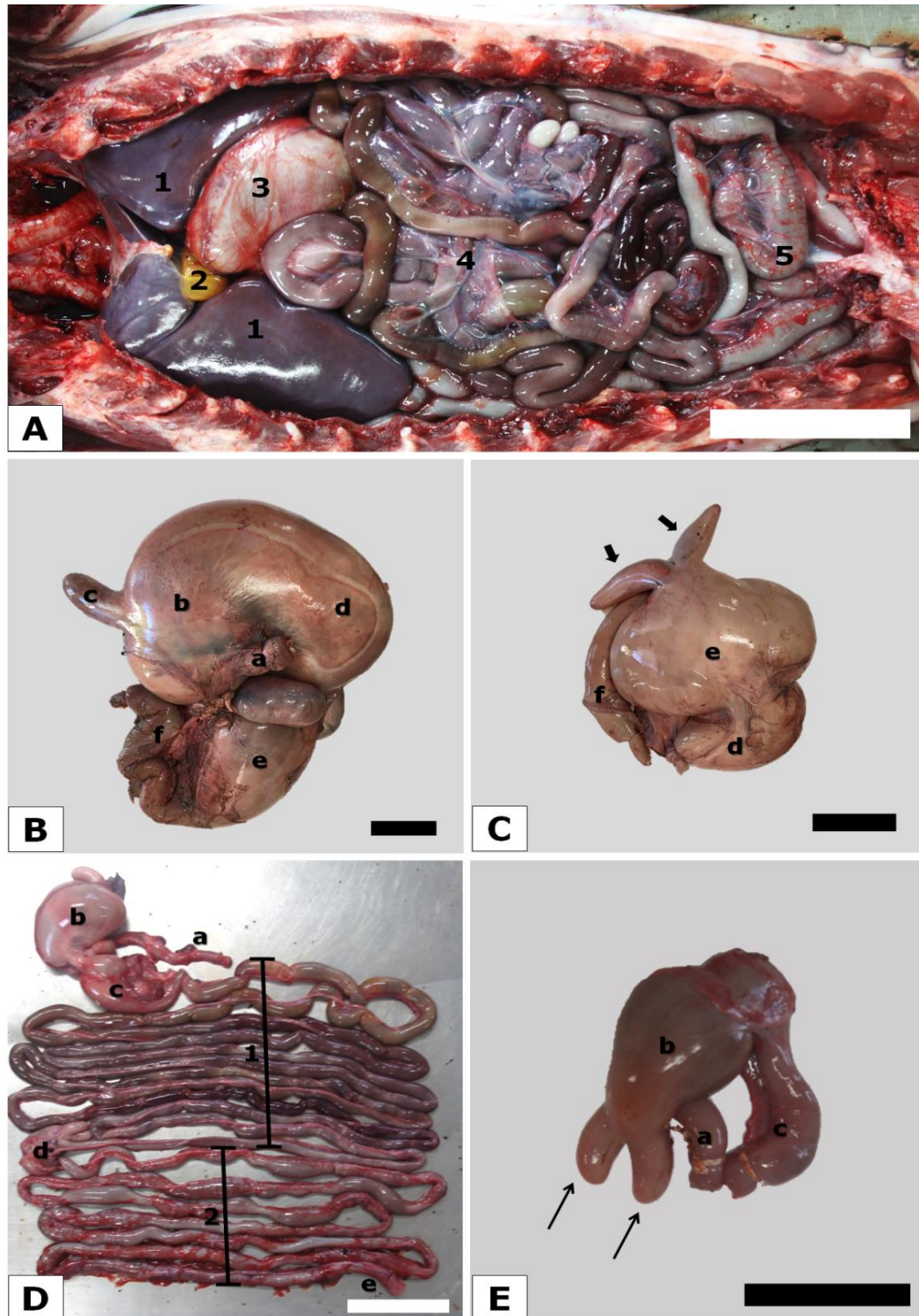


Figura 7 - Anatomia macroscópica do trato gastrointestinal do peixe-boi-marinho (*T. manatus manatus*). (A) Topografia dos órgãos do aparelho digestório de um animal neonato, vista ventral;

Lobos hepáticos (1), vesícula biliar (2), estômago (3), intestino delgado (4) e intestino grosso (5). Barra: 10 cm. **(B e C)** Estômago e duodeno de um peixe-boi adulto; Porção caudal do esôfago (a), região cárdica (b), glândula cárdica (c), região pilórica (d), ampola duodenal (e), pós-ampola duodenal (f); divertículos duodenais (setas) Barra: 10 cm. **(D)** Tubo digestório de um animal neonato (*ex-situ*), em sequência, o esôfago (a), estômago (b); duodeno (c); intestino delgado com jejuno e íleo (1); ceco (d); cólon (2) e reto (e). Barra: 10 cm. **(E)** Ceco de peixe-boi neonato; Íleo (a), corpo cecal (b), ampola cecal (c), cólon (d) e divertículos cecais (setas). Barra: 5 cm.

5.2. ANÁLISE MICROSCÓPICA

Na avaliação microscópica verificou-se no esôfago do peixe-boi marinho quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e adventícia (Figura 8-A). No segmento avaliado não foi visualizado a camada serosa.

A camada mucosa do esôfago apresentou epitélio do tipo estratificado pavimentoso queratinizado (Figura 8-B). Observou-se que a lâmina própria era constituída de tecido conjuntivo frouxo com presença de vasos sanguíneos (Figura 8-C), projetando papilas conjuntivas no epitélio com disposição irregular (Figura 8-B). Subjacente à lâmina própria, observou-se a camada muscular da mucosa formada por várias camadas de fibras musculares lisas, dispostas longitudinalmente e com a presença de fibras de tecido conjuntivo denso entre as fibras musculares (Figura 8-D).

A submucosa foi caracterizada por apresentar tecido conjuntivo de densidade variável, vasos sanguíneos e plexo nervoso submucoso. No esôfago não foi observado a presença de glândulas esofágicas.

A camada muscular apresentou-se disposta em duas camadas, sendo uma camada circular interna e outra longitudinal externa, ambas constituídas por fibras de tecido muscular esquelético (Figura 8-E). Entre as camadas musculares, observou-se a presença de gânglios do plexo nervoso mioentérico (Figura 8-F).

Em todos os animais, a camada adventícia apresentou tecido conjuntivo frouxo com a presença de vasos sanguíneos.

Durante a análise das lâminas histológicas de esôfago com o método de coloração por H.E., observou-se que fibras musculares estão em disposição ondulada nas camadas mucosa e muscular. Com o método de coloração de Verhoeff, notou-se a presença de fibras elásticas a partir da lâmina própria da camada mucosa até a camada submucosa em neonato e adulto. No indivíduo adulto, as fibras elásticas apresentaram-se em abundância nas camadas mucosa e submucosa (Figura 8-G), além de estar presente entre a muscular externa e a

adventícia (Figura 8-H), verificado pelo método de coloração de Verhoeff.

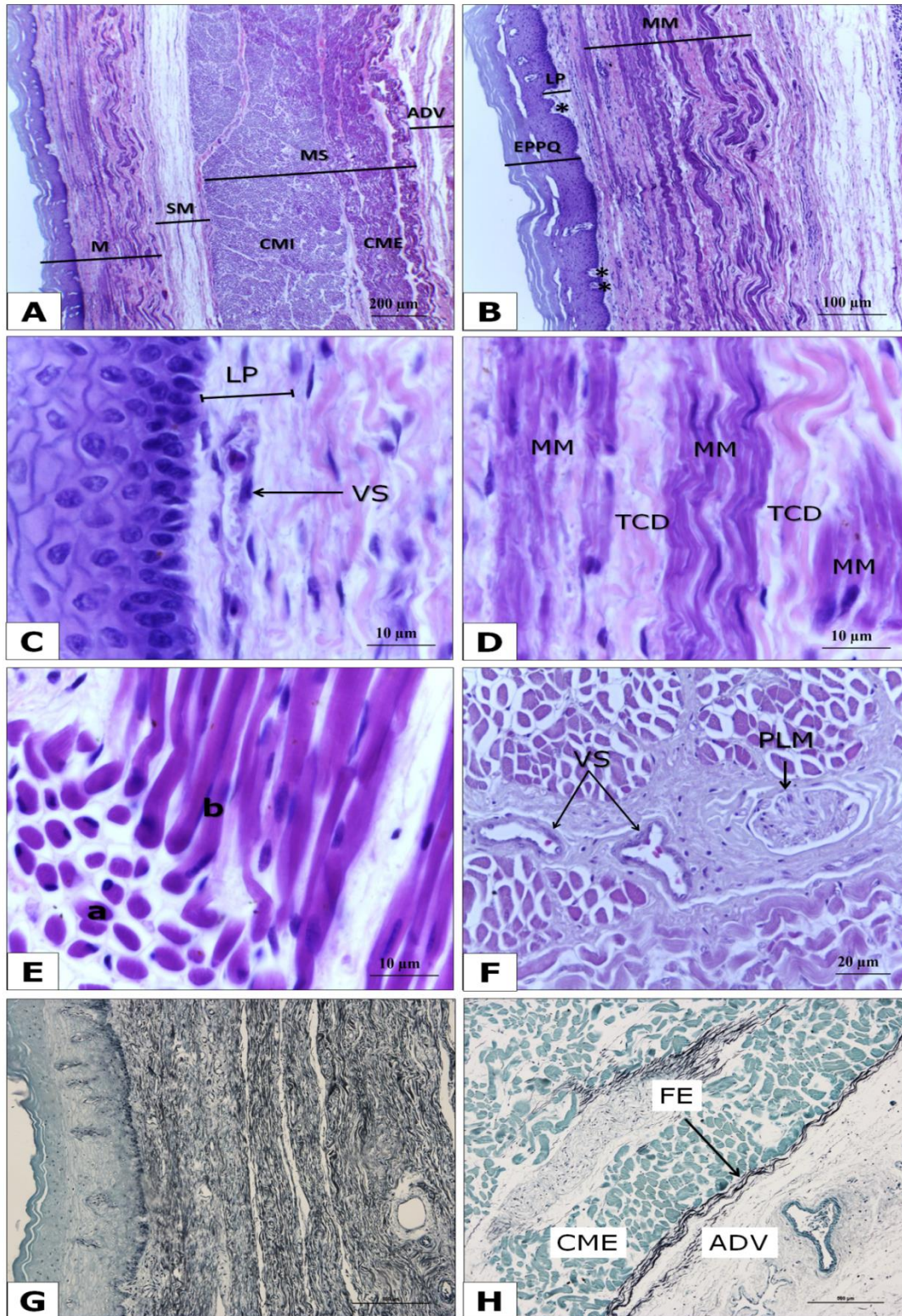


Figura 8 - Esôfago do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*). **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS), subdividida em camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME) e adventícia (ADV). **(B)** Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EPPQ), lâmina própria (LP), papilas (*) e muscular da mucosa (MM). **(C)** Vaso sanguíneo (VS) na lâmina própria (LP). **(D)** Tecido conjuntivo denso. **(E)** Fibras musculares estriadas esqueléticas na camada circular interna (a) e camada longitudinal externa (b). **(F)** Vasos sanguíneos (VS) e plexo nervoso mioentérico (PNM) entre

as camadas musculares. (G e H) Fibras elásticas (FE) na camada mucosa e submucosa e entre a camada muscular externa (CME) e a adventícia (ADV). Coloração HE (**A, B, C e D**) e coloração Verhoeff (hematoxilina férrica) (**E e F**).

A estrutura histológica do estômago do peixe-boi marinho apresentou as quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 9-A).

A mucosa gástrica apresentou superfície irregular revestida por epitélio simples cilíndrico com células mucosecretoras. Esta superfície se invaginou em sentido à lâmina própria formando as criptas ou fossetas gástricas, que foram contínuas com as glândulas gástricas tubulares ramificadas (Figura 9-B). Na mucosa gástrica foram identificadas diferentes tipos de células: as células mucosas na superfície e nas glândulas gástricas que tiveram reação positiva ao PAS, células parietais (oxínticas) e células principais (zimogênicas). Nas glândulas gástricas, as células mucosas e células parietais predominaram ao longo do comprimento das glândulas e as células zimogênicas na porção basal. As glândulas gástricas estavam localizadas na lâmina própria, que era composta por tecido conjuntivo frouxo com vasos sanguíneos e linfócitos. A muscular da mucosa foi caracterizada como uma camada grossa e difusa, formada por músculo liso, com vasos sanguíneos e gânglio do plexo nervoso (Figura 9-C). A presença do gânglio do plexo nervoso na muscular da mucosa evidenciou sistema nervoso situada na camada mucosa (Figura 9-C). Os nódulos linfáticos estavam presentes na camada mucosa, especificamente na lâmina própria (Figura 9-D).

Na submucosa não foram visualizadas glândulas, porém foram identificados a presença de vasos sanguíneos (Figura 9- D.)

Observou-se que a camada muscular era formada por músculo liso e estava subdividida em camada circular interna e camada longitudinal externa. Entre as camadas circular e longitudinal estava localizado o plexo nervoso mioentérico (Figura 9-E).

Notou-se que a camada serosa era formada por tecido conjuntivo frouxo revestida por mesotélio.

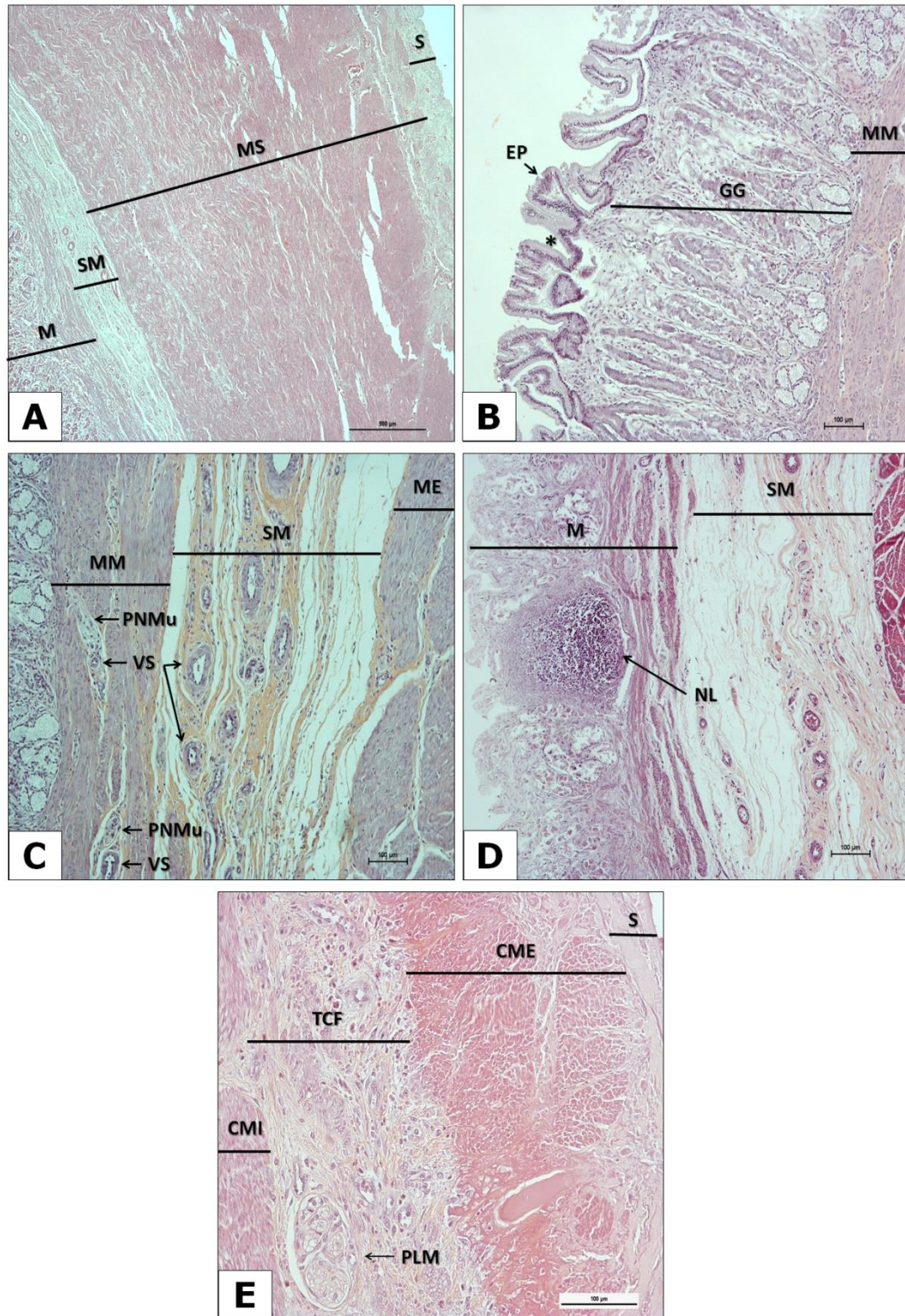


Figura 9 - Estômago do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*) (A, B, C, D, E). **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular externa (ME) e serosa (S). **(B)** Mucosa gástrica formada por epitélio simples cilíndrico (EP), fossetas gástricas (*), glândulas gástricas (GG) e muscular da mucosa (MM). **(C)** Plexo nervoso mucoso (PNMu), vasos sanguíneos (VS) e muscular da mucosa (MM). **(D)** Nódulo linfático (NL) na camada mucosa (M). **(E)** Plexo nervoso mioentérico (PNM) no tecido conjuntivo frouxo (TCF) entre as camadas musculares interna (CMI) e camada muscular externa (CME). Coloração HE.

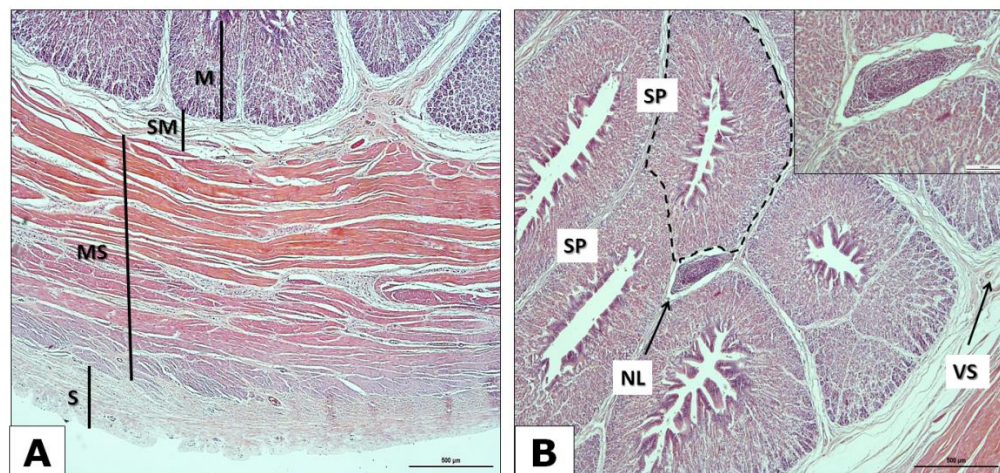
Na porção cranial da região cárdica do estômago, identificou-se a estrutura glândula cárdica, que apresentou as quatro camadas histológicas do trato digestório: Mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 10-A).

Observou-se que a camada mucosa se invagina formando lóbulos (Figura 10-B) que são divididos por zonas (Figura 10-C). A zona 1 estava recoberta por epitélio cilíndrico simples secretor de muco formando as criptas gástricas que recebem as secreções das glândulas gástricas das demais zonas (Figura 10-D). Na zona 2 predominou células produtoras de muco localizadas principalmente na região superior das glândulas e células parietais. E, na zona 3 com a presença de células parietais e maioritariamente células principais (Figura 10-C). A muscular da mucosa não estava evidente.

Notou-se que a camada submucosa é composta por tecido conjuntivo frouxo que formam os septos entre os lóbulos, na qual se verificou a presença de vasos sanguíneos e nódulo linfático (Figura 10-B).

Observou-se que a camada muscular é formada por fibras musculares lisas e a identificação das orientações das fibras não era nítida ao longo da camada muscular, porém era possível identificar o plexo nervoso mioentérico e vasos sanguíneos (Figura 10-E e F).

Verificou-se que a camada serosa é formada por tecido conjuntivo frouxo com mesotélio (Figura 10-F).



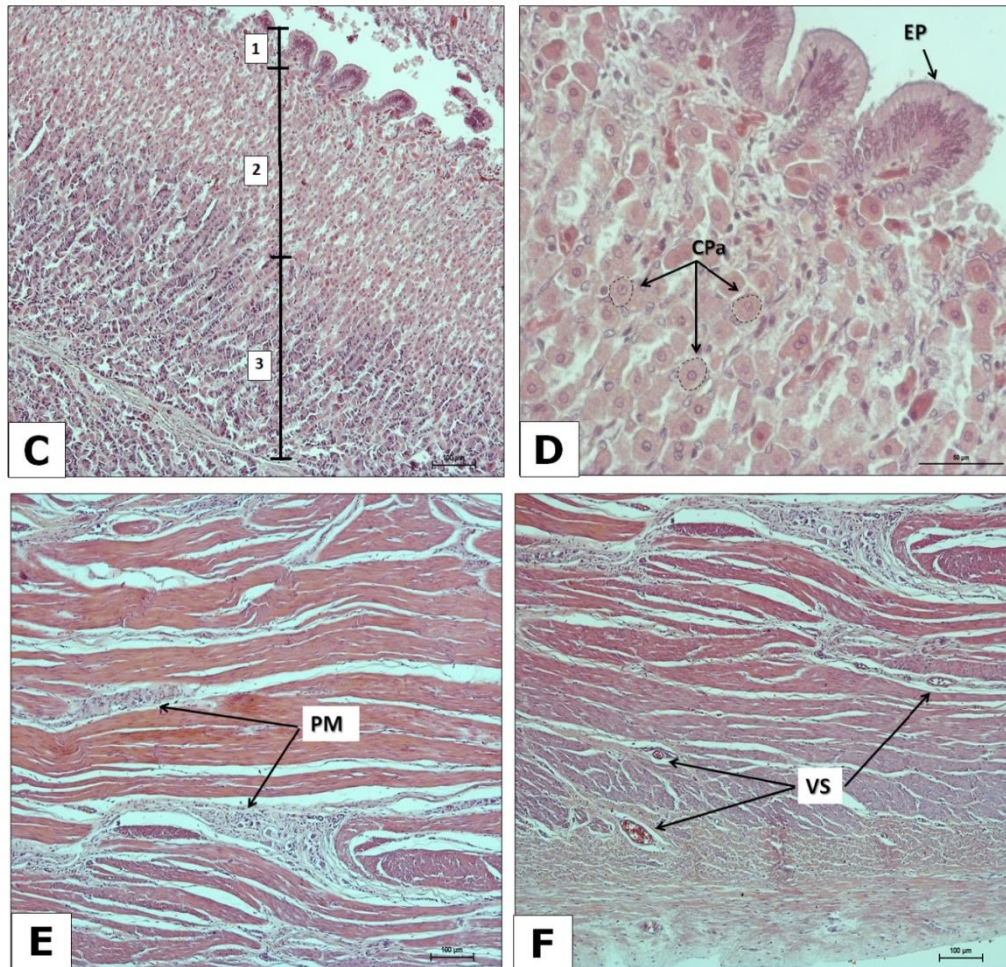


Figura 10 – Glândula cárdica presente no estômago do peixe-boi marinho **(A, B, C, D, E, F)**. **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular externa (ME) e serosa (S). **(B)** Camada mucosa em lóbulos (linha tracejada); Camada submucosa por meio dos septos (SP) com nódulo linfático (NL) e vaso sanguíneo (VS). **(C)** Distribuição das células parietais e principais em zonas. **(D)** Epitélio cilíndrico simples (EP) e células parietais (CPa). **(E e F)** Plexo nervoso mioentérico (PNM) e vasos sanguíneos (VS) na camada muscular. Coloração HE.

Durante as análises, verificou-se diferenças nas zonas que compõem os lóbulos da glândula cárdica entre animais neonatos e adultos.

Em neonatos, observou-se que as criptas gástricas (Zona 1) são mais profundas comparadas aos animais adultos (Figura 11 - A e B). Na transição da zona 1 para zona 2, no animal neonato, as criptas gástricas apresentaram-se em corte oblíquo e transversal, indicando possivelmente trajetos sinuosos (Figura 11 – A).

Com relação às glândulas gástricas (Zona 2 e 3) observou-se que, em adultos, estas são mais compridas e de fácil identificação na distinção das zonas (Figura 11 - A e B). Na zona 2, notou-se as células secretoras de muco e as células parietais nos animais de ambas as faixas etárias (Figura 11 – C e D). Por sua vez,

na zona 3, verificou-se a presença de células principais e parietais em neonatos e adultos, porém em adultos notou-se predominância de células principais (Figura 11 – E e F).

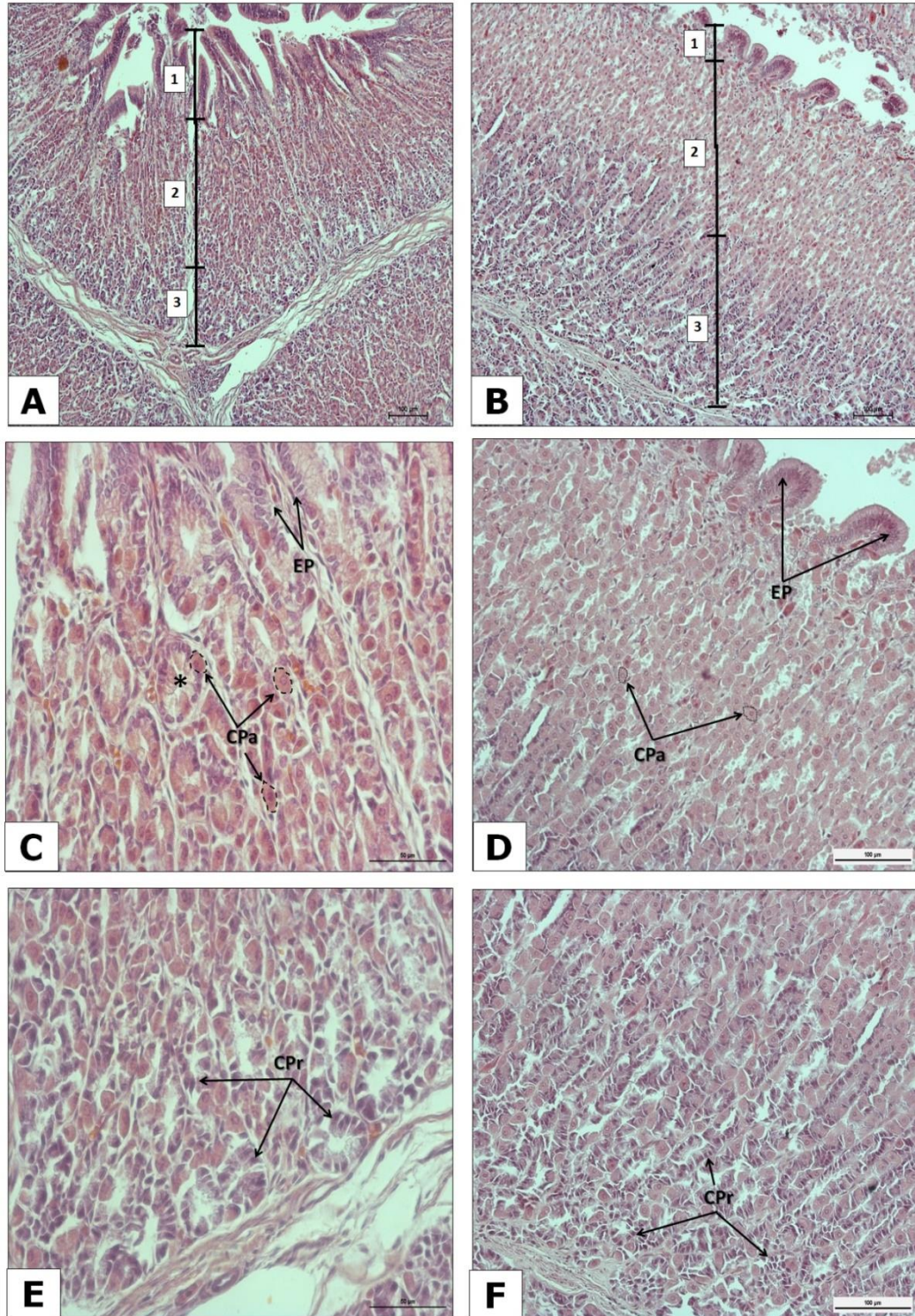


Figura 11 – Comparação da glândula cárdica do peixe-boi marinho entre duas fases: neonato (A, C e E) e adulto (B, D e F). (C e D) Epitélio cilíndrico simples mucoso (EP) e células parietais (CPa); (C) nota-se as criptas gástricas (*) em diferentes tipos de cortes. (E e F) Células principais (CPr). Coloração HE.

No peixe-boi marinho, verificou-se que a porção seguinte é o intestino delgado composta pelos segmentos: ampola duodenal juntamente com a presença dos dois divertículos duodenais, jejuno e íleo, sequencialmente.

Histologicamente, observou-se que a ampola duodenal e os divertículos duodenais do peixe-boi apresentaram características semelhantes quanto às camadas do trato digestório: mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 12-A). Na camada mucosa, as vilosidades apresentaram-se direcionadas ao lúmen e revestidas por células epiteliais colunares absortivas ou enterócitos, intercaladas com as células caliciformes (Figura 12-B). Notou-se que as células absortivas, que são células colunares altas com núcleos ovais na porção basal, e as células caliciformes estavam distribuídas ao longo do comprimento das vilosidades. Este revestimento epitelial teve continuidade nas criptas intestinais na lâmina própria, que são glândulas que foram caracterizadas como tubulosas simples (Figura 12-B). Notou-se que as fibras musculares lisas da muscular da mucosa estavam dissociadas contornando as glândulas duodenais e nódulos linfáticos na camada mucosa (Figura 12-B e C). Entre a muscular da mucosa, se estendendo para lâmina própria, localizaram-se as glândulas duodenais que secretam muco nas criptas intestinais. Estas glândulas foram caracterizadas como acinosas composta formadas por células mucosas colunares com núcleo na porção basal.

Na submucosa, foram encontrados vasos sanguíneos e gânglios do plexo nervoso submucoso no tecido conjuntivo denso (Figura 12-B).

A camada muscular foi dividida em camada circular interna e camada longitudinal externa, sendo composta por fibras musculares lisas com a presença de gânglios do plexo nervoso mioentérico e vasos sanguíneos entre as camadas (Figura 12-E).

Notou-se que a camada serosa é formada por tecido conjuntivo frouxo com a presença de poucos vasos sanguíneos.

O divertículo duodenal apresentou as características histológicas semelhantes as que foram identificadas na ampola duodenal (Figura 12-E e F).

Verificou-se que a reação em PAS foi positiva nas células caliciformes, nas glândulas duodenais e nas criptas intestinais por consequência da presença numerosa de células caliciformes.

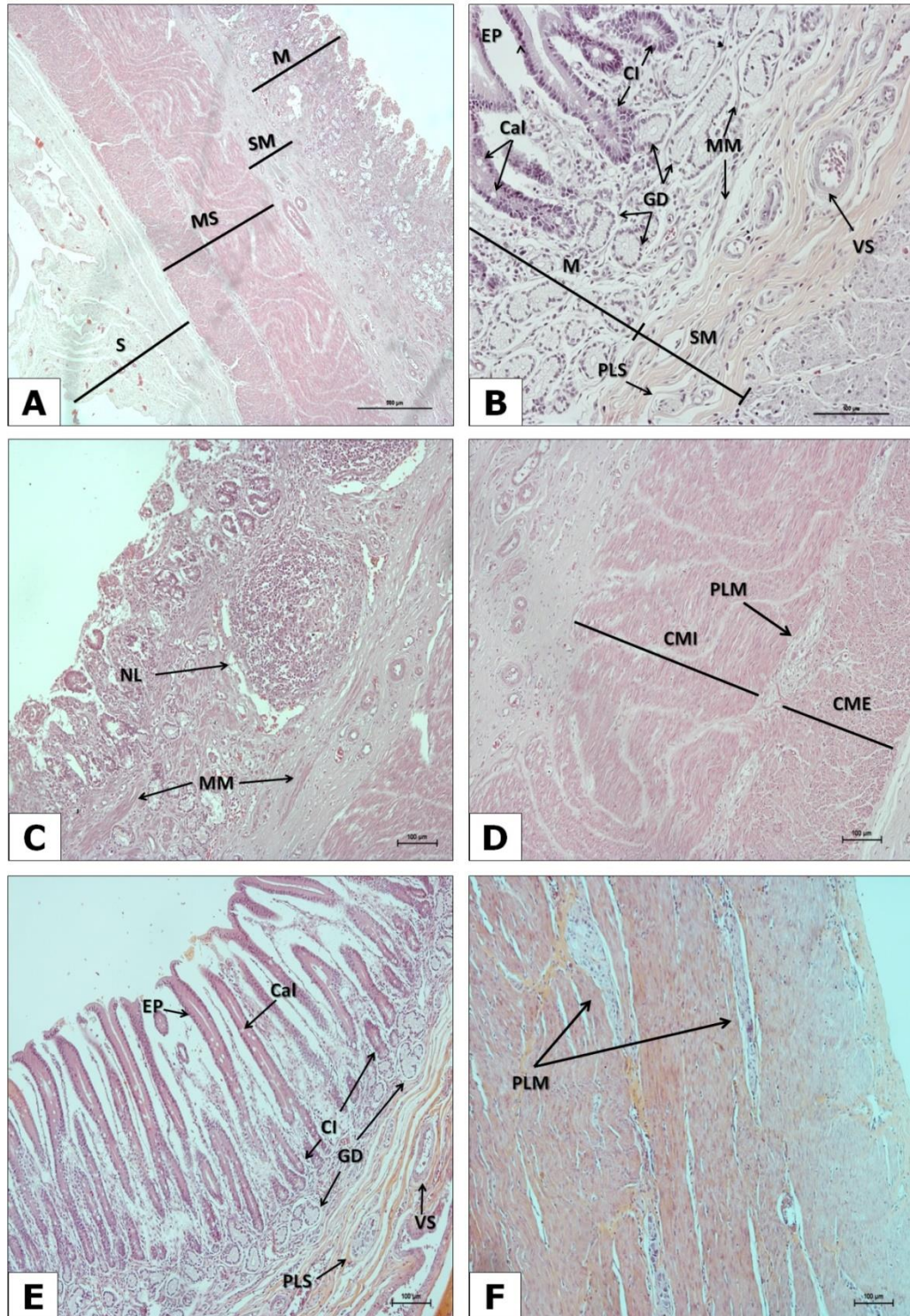


Figura 12 – Ampola duodenal (A, B, C, D e E) e divertículo duodenal (F e G) do peixe-boi marinho em duas faixas etárias: neonato (A, C, D e E) e filhote (B, F e G). (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Epitélio simples cilíndrico (EP) composta por enterócitos, células caliciformes (Ccal) e criptas intestinais (CI), glândulas duodenais (GD) e muscular da mucosa (MM) na camada mucosa (M); Vasos sanguíneos (VS) e gânglios do plexo nervoso submucoso (PNS) na camada submucosa (SM). (C) Nódulo linfático (NL) na camada submucosa, entre a muscular da mucosa (MM). (D) Gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre a camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME). (E e F) Estruturas histológicas do divertículo duodenal semelhantes à ampola duodenal. Coloração HE.

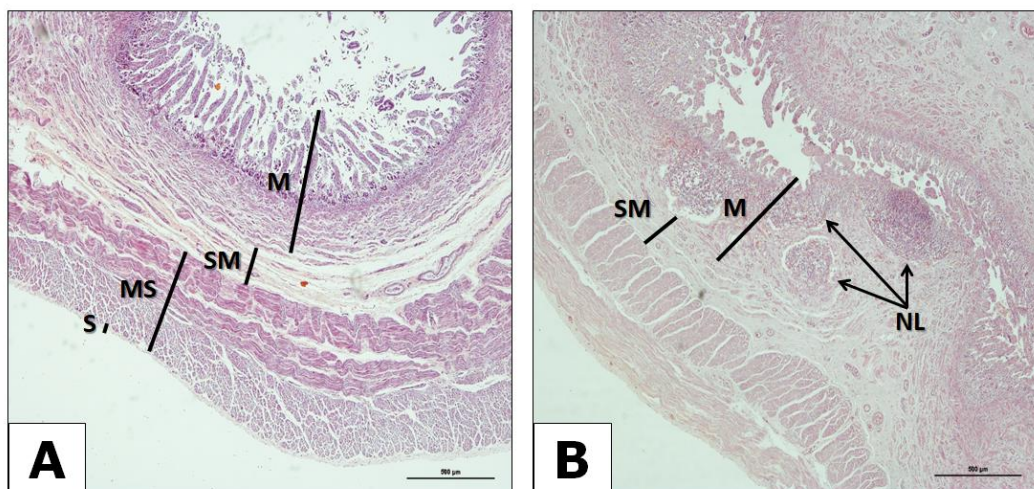
O jejuno e o íleo do intestino delgado do peixe-boi marinho apresentaram características histológicas similares, possuindo as quatro camadas do trato digestório (mucosa, submucosa, muscular e serosa) (Figura 13-A e E).

As vilosidades e criptas intestinais da camada mucosa não foram caracterizadas pois estavam danificadas, possivelmente por causa do estágio de decomposição das carcaças. Os nódulos linfáticos foram visualizados na camada mucosa no indivíduo neonato (Figura 13-B). A agregação de nódulos linfáticos no intestino caracterizou-se como placas de Peyer, que no peixe-boi marinho foi encontrado desagrupado. A muscular da mucosa apresentou orientação ondulatória no jejuno (Figura 13-C).

Notou-se que a camada submucosa é formada por tecido conjuntivo predominantemente frouxo com a presença de gânglios do plexo nervoso submucoso e de vasos sanguíneos (Figura 13-C).

Na camada muscular verificou-se a camada circular interna e a camada longitudinal externa com a presença abundante de gânglios do plexo nervoso mioentérico entre as camadas (Figura 13-D e F).

Na camada serosa observou-se o tecido conjuntivo frouxo com mesotélio (Figura 13-D e F).



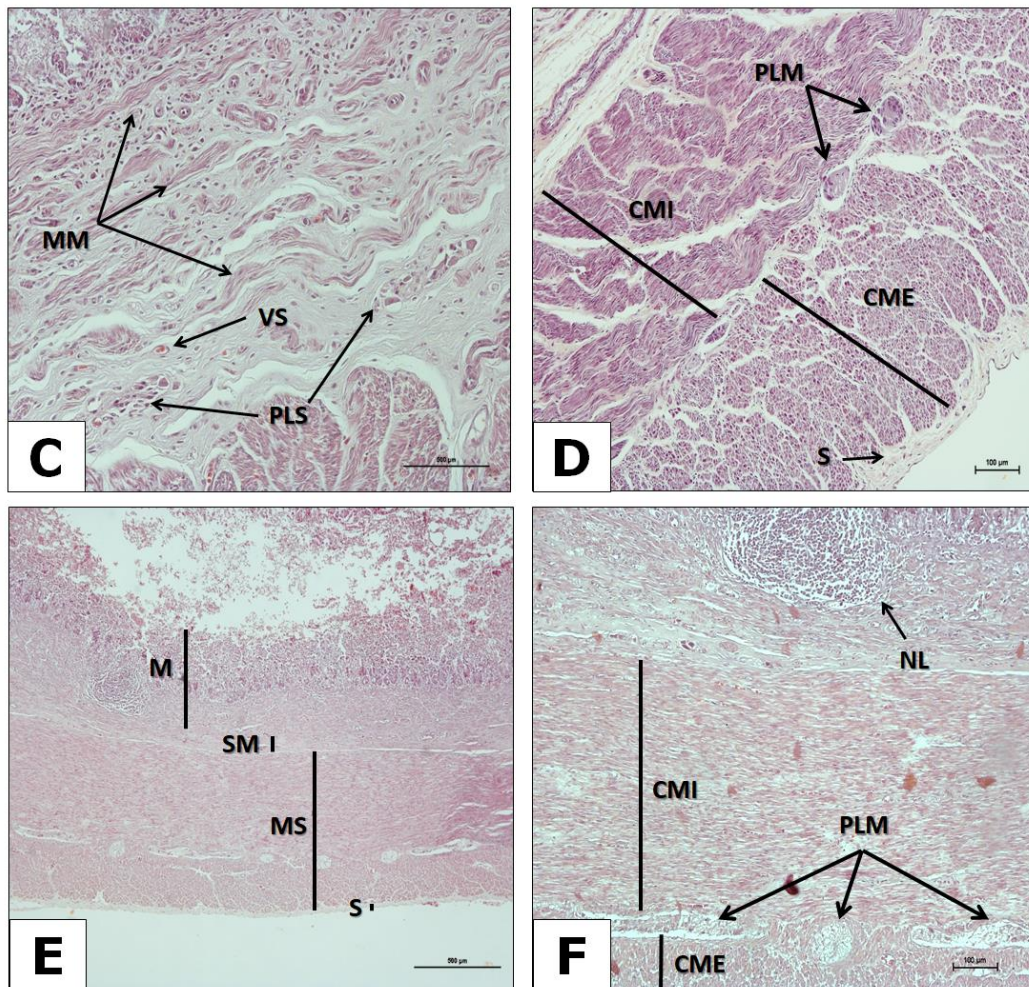


Figura 13 - Jejunum (A, B, C e D) e íleo (E e F) do peixe-boi marinho. (A) Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). (B) Nódulos linfáticos (NL) na camada mucosa (M) e submucosa (SM). (C) Muscular da mucosa (MM), vasos sanguíneos (VS) e plexo nervoso submucoso (PNS) na camada submucosa. (D) Gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre a camada muscular interna (CMI) e a camada muscular externa (CME). (E e F) Características histológicas do íleo semelhantes as que são encontradas no jejunum. Coloração HE.

O intestino grosso do peixe-boi marinho consistia-se em segmentos sequenciais como ampola cecal com um par de divertículos cecais, cólon e reto. A camada mucosa do intestino grosso apresentou superfície regular devido ausência de vilosidades.

Microscopicamente, a ampola cecal apresentou-se constituída pelas camadas histológicas do trato digestório: mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 14-A). No segmento avaliado não foi visualizada camada adventícia.

Na camada mucosa, o epitélio na porção apical caracterizou-se como estratificado cúbico queratinizado e na porção basal foram encontradas as criptas intestinais com o epitélio simples colunar e a presença das células calciformes (Figura 14-B). A muscular da mucosa apresentou-se como camada espessa e com

fibras de músculo liso em direção longitudinal (Figura 14-C). Na camada mucosa, verificou-se a presença de nódulo linfático e de gânglio de plexo nervoso mucoso.

Na camada submucosa foram encontrados vasos sanguíneos no tecido conjuntivo frouxo (Figura 14-C).

Na camada muscular observou-se três camadas em orientações diferentes subdivididas em circular interna, longitudinal média e circular externa (Figura 14-D). O plexo nervoso mioentérico foi encontrado em abundância na camada circular interna. Em animal neonato, foram identificadas duas camadas com orientação circular interna e longitudinal externa com o gânglio do plexo nervoso mioentérico presente em ambas as camadas.

Notou-se que a camada serosa é formada por tecido conjuntivo frouxo (Figura 14-D).

As criptas intestinais apresentaram reação positiva a técnica em PAS devido a presença abundante de células caliciformes.

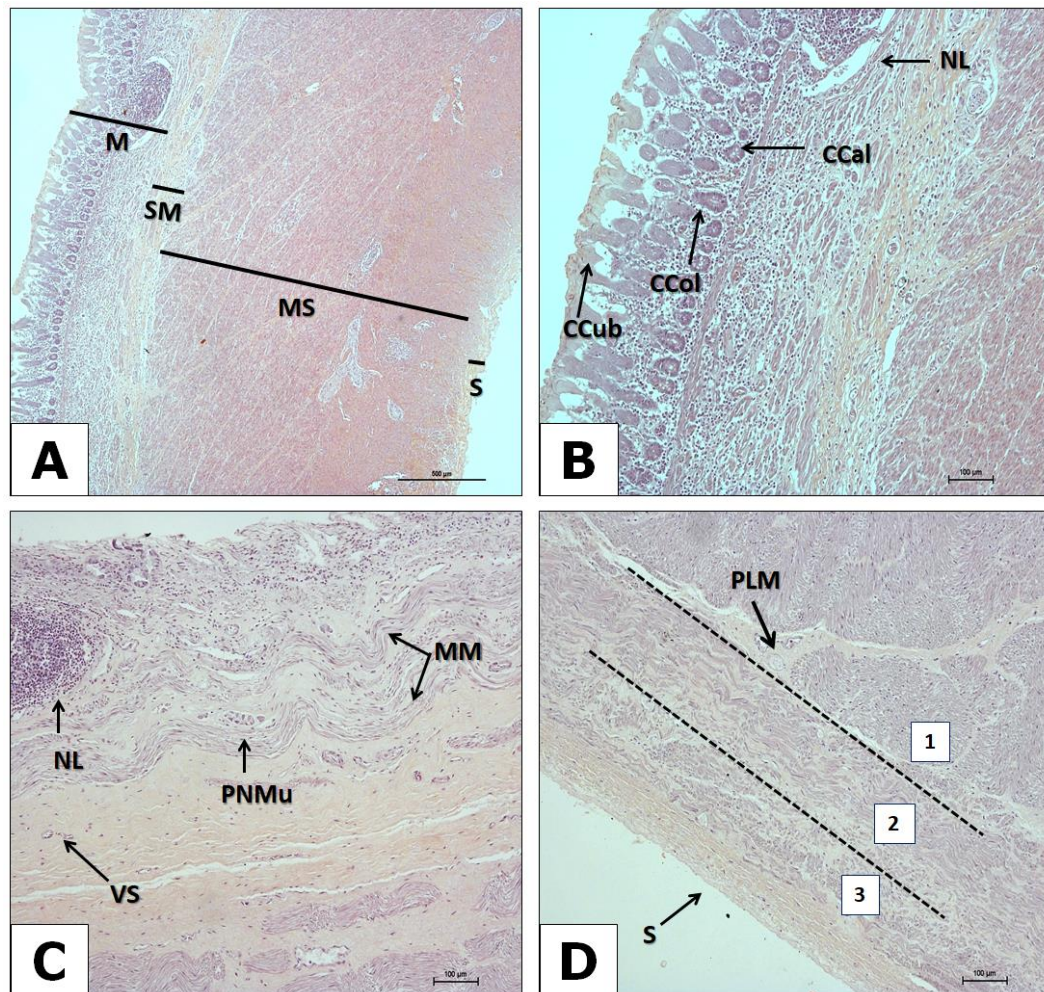


Figura 14 - Ceco do peixe-boi marinho. **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). **(B)** Células cúbicas com queratina (CCub), células colunares (Ccol) e células caliciformes (CCal).

(C) Nódulos linfáticos (NL), muscular da mucosa (MM) e plexo nervoso mucoso (PNMu) na camada mucosa e vasos sanguíneos (VS) na camada submucosa (D) Camada muscular com três orientações identificadas pela numeração seguindo a direção da camada mais interna para a camada mais externa; Gânglio do plexo nervoso mioentérico (PNM); Camada serosa (S). Coloração HE.

Microscopicamente, observou-se que o cólon do peixe-boi marinho era constituído pelas quatro camadas histológicas do trato digestório: mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 15-A).

Na camada mucosa, acima do epitélio glandular, notou-se o epitélio estratificado pavimentoso queratinizado. Da porção luminal a porção basal da mucosa, o epitélio glandular caracterizou-se como epitélio simples cúbico composta por células denominadas enterócitos, com a presença de células caliciformes predominando na porção inferior (Figura 15-B). Pequena quantidade de células colunares foram identificadas na porção medial e basal das glândulas. Na camada mucosa foram encontrados os nódulos linfáticos distribuídos regularmente, com a presença de filamentos da muscular da mucosa entre eles (Figura 15-C). A muscular da mucosa apresentou-se formada por fibras musculares lisas com disposição circular.

Na camada submucosa identificou-se tecido conjuntivo frouxo, apresentando vasos sanguíneos e gânglios do plexo nervoso submucoso (Figura 15-C).

A camada muscular apresentou-se subdividida em uma camada circular interna e uma longitudinal externa com a presença de gânglios do plexo nervoso mioentérico entre ambas (Figura 15-D).

Observou-se que a camada serosa de espessura variável é formada por tecido conjuntivo frouxo com a presença abundante de vasos sanguíneos.

As células caliciformes apresentaram reação positiva a técnica do PAS nas vilosidades e nas criptas intestinais.

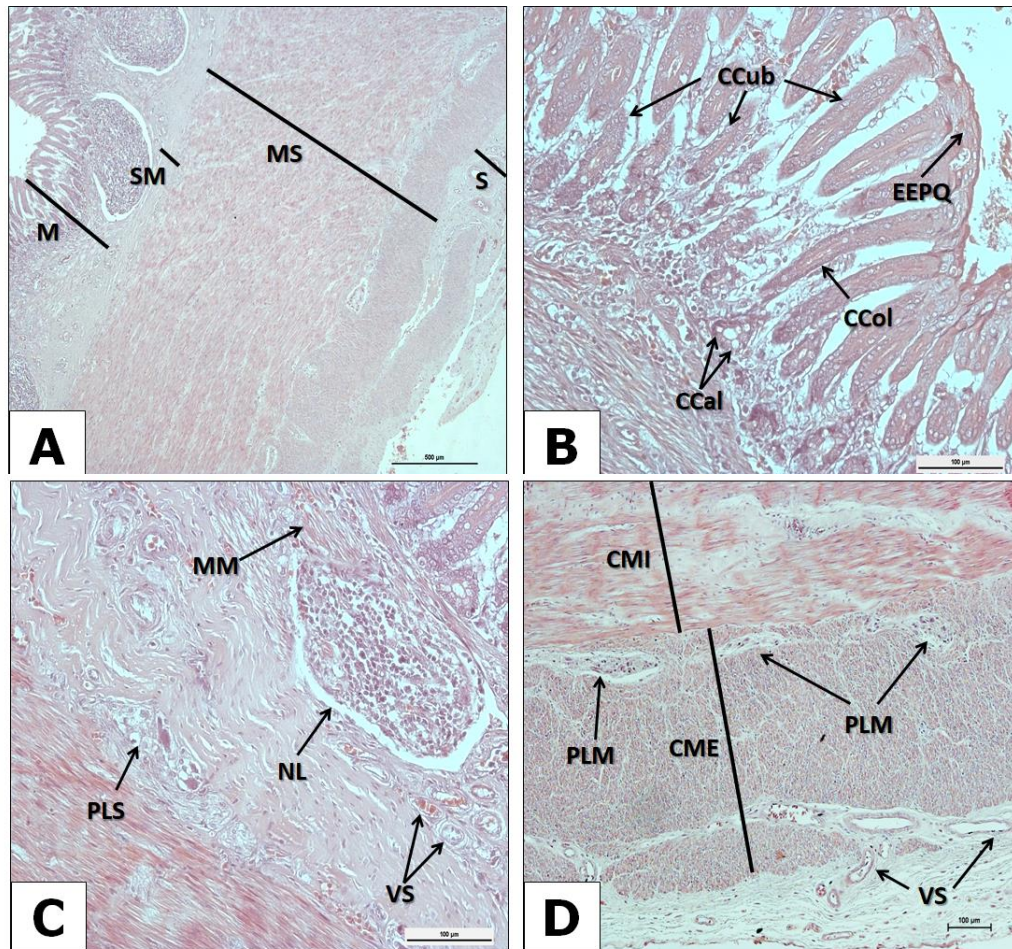


Figura 15 – Cólon de peixe-boi marinho. **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (M) e serosa (S). **(B)** Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EEPQ), células cúbicas (CCub), células colunares (CCol) e células caliciformes (CCal) na camada mucosa. **(C)** Muscular da mucosa (MM), nódulo linfático (NL), vaso sanguíneo (VS) e gânglio do plexo nervoso submucoso (PNS) presentes na camada submucosa. **(D)** Gânglio do plexo nervoso mioentérico (PNM) entre as camada muscular interna (CMI) e a camada muscular externa (CME); Presença de vasos sanguíneos (VS) na camada serosa.

Verificou-se que a porção final do intestino grosso do peixe-boi marinho é constituída pelo reto. No reto identificou-se as quatro camadas histológicas características: mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 15-A).

Na superfície luminal da camada mucosa, o epitélio foi caracterizado como estratificado pavimentoso queratinizado (Figura 16-B). Porém, abaixo da superfície luminal observou-se epitélio simples com células cúbicas e na região basal da camada mucosa identificou-se células colunares denominadas de enterócitos e células caliciformes (Figura 16-B). Esta composição do epitélio estendeu-se as células que formam as criptas intestinais. A muscular da mucosa apresentou orientação circular e entres as fibras musculares foi verificado a presença de nódulos linfáticos (Figura 16-C).

Na camada submucosa observou-se a presença de vasos sanguíneos (Figura 16-C).

Notou-se que a camada muscular é constituída pela camada circular interna e a camada longitudinal externa, entres estas identificou-se a presença do plexo nervoso mioentérico (Figura 16-D).

Observou-se que a camada serosa é composta de tecido conjuntivo frouxo com a presença de vasos sanguíneos e delimitação da camada pelo mesotélio.

As células caliciformes apresentaram reação positiva à coloração PAS.

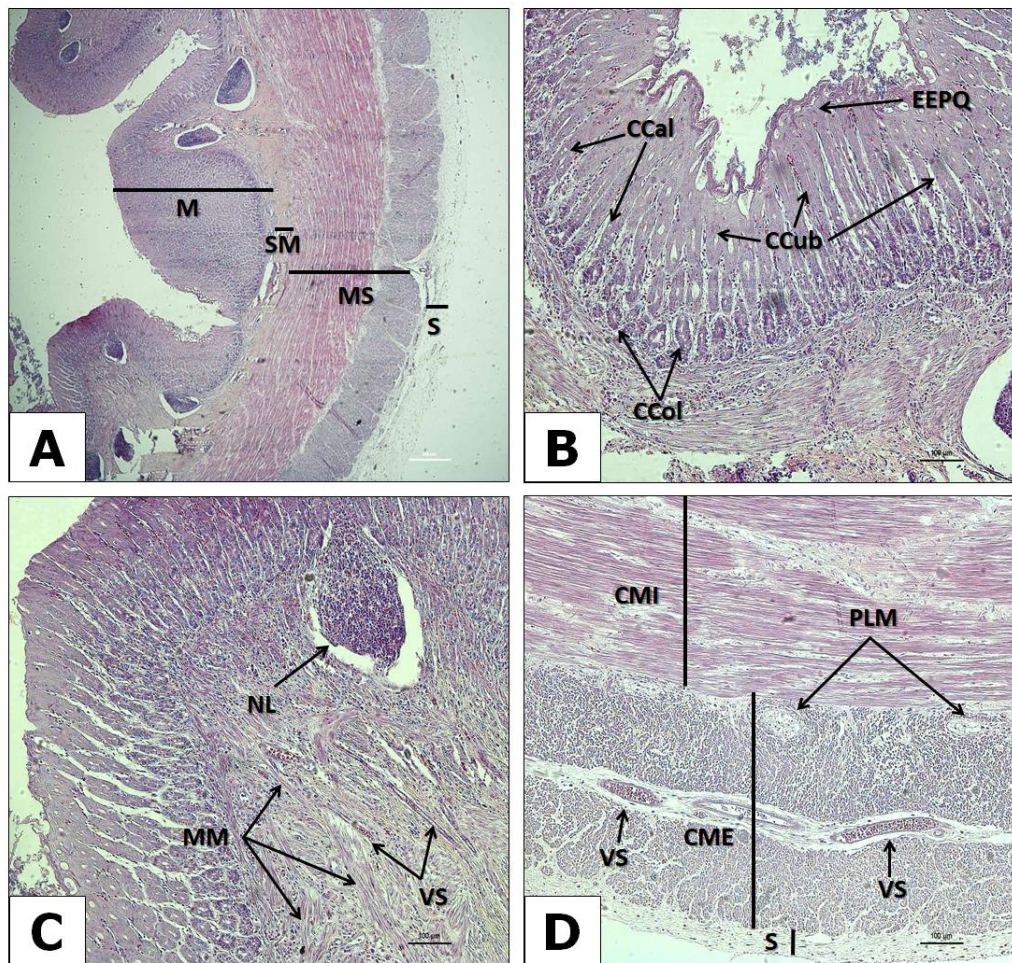


Figura 16 – Reto do peixe-boi marinho. **(A)** Mucosa (M), submucosa (SM), muscular (MS) e serosa (S). **(B)** Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado (EEPQ), células cúbicas (CCub), células colunares (Ccol) e células caliciformes (Ccal) na camada mucosa. **(C)** Muscular da mucosa (MM), nódulo linfático (NL) e vaso sanguíneo (VS). **(D)** Camada muscular interna (CMI) e camada muscular externa (CME) com a presença de vasos sanguíneos (VS) e gânglios do plexo nervoso mioentérico (PNM); Serosa (S).

6. DISCUSSÃO

O nível de complexidade do trato gastrointestinal entre os eutérios apresenta-se maior em herbívoros devido à dieta rica em fibras (LANGER; CLAUSS, 2018; MCGROSKY *et al.*, 2019), desenvolvendo características morfológicas adaptativas ao hábito alimentar.

Dessa forma, os sirênios apresentam desenvolvimento do trato digestório com adaptações por serem herbívoros e realizarem a fermentação pós-gástrica, que são características semelhantes aos elefantes, hiraxes e cavalos (BURN, 1986; REYNOLDS; ROMMEL, 1996; ROMMEL; LOWENSTINE, 2001; HORSTMANN, 2018; REYNOLDS *et al.*, 2018). As adaptações anatômicas dos sirênios incluem estrutura acessória no estômago (glândula cárdica), um par de divertículos no duodeno e no ceco, além do grande tamanho do intestino grosso (REYNOLDS *et al.*, 2018).

Em análise comparativa dos resultados obtidos neste estudo acerca do trato gastrointestinal do peixe-boi marinho (*T. m. manatus*) do nordeste brasileiro com o que já foi descrito na literatura em peixes-bois (*T. m. latirostris*, *T. senegalensis* e *T. inunguis*) e dugongos (*Dugong dugon*), verificou-se semelhanças anatômicas do trato digestivo entre os sirênios (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Pesquisas apontam semelhanças do trato gastrointestinal entre sirênios e tartarugas-verde (*Chelonia mydas*) comparado com mamíferos marinhos da Ordem Cetacea e Subordem Pinnipedia, devido aos hábitos alimentares semelhantes e compartilharem o mesmo habitat (SNIPES, 1984; BURN; ODELL, 1987; REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Por meio do forrageamento, os peixes-bois, os dugongos e as tartarugas-verde na fase adulta são os macroherbívoros marinhos que desempenham importante função ecológica nas pradarias de fanérogamas marinhas e na fauna associada aos prados (THAYER *et al.*, 1984; VALENTINE; HECK, 1999). Estes animais, por meio da fermentação microbiana pós-gástrica, possuem eficiência na digestão da celulose (BJORNDAL, 1979; BURN, 1986), sintetizando os ácidos graxos voláteis (AGV). Ao longo do trato gastrointestinal, os sirênios e a tartaruga-verde na fase adulta apresentam padrões de semelhança nas concentrações de AGV com níveis mais altos nos segmentos do ceco e do cólon (BJORNDAL, 1979; BURN; ODELL, 1987; REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

A análise histológica do esôfago do peixe-boi marinho, estudado nesta pesquisa, apresentou epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, o que

também foi descrito em peixe-boi amazônico (COLARES, 1994) e comumente encontrado em outros animais herbívoros, como cavalos e coelhos (THITARAM *et al.*, 2018). No entanto, no esôfago de elefantes asiáticos verificou-se epitélio estratificado pavimentoso não-queratinizado, porém com a presença abundante de glândulas secretoras de muco para proteção da camada mucosa (THITARAM *et al.*, 2018). Em ambiente marinho, o epitélio estratificado pavimentoso queratinizado além de proteger contra agressão mecânica do alimento, também é responsável em impermeabilizar, evitando a desidratação do animal pela ingestão de água salgada, semelhante ao que foi identificado em tartarugas-marinhas herbívoras (*C. mydas*) (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; CHEN *et al.*, 2015). No presente trabalho, as glândulas esofágicas não foram visualizadas nos peixes-boi marinhos, assim como estão ausentes nos peixes-boi amazônicos (COLARES, 1994).

Com base nos nossos resultados, entre a comparação da estrutura microscópica do esôfago em peixes-boi marinhos de fases de desenvolvimento diferentes (neonato e adulto) verificou-se alterações quanto a presença de fibras elásticas. Além de estar presente na camada submucosa em ambas faixas de desenvolvimento, observou-se que indivíduos adultos apresentaram rede de fibras elásticas entre a camada muscular externa e a camada adventícia proporcionando ao esôfago grande elasticidade.

A existência da propriedade de elasticidade no esôfago do peixe-boi adulto pode estar relacionado com o hábito alimentar de forrageamento. Segundo Reynolds (1981), o peixe-boi forragea entre 6-8 horas por dia, podendo se alimentar ao que corresponde até 10% do seu peso corpóreo. No período inicial da vida, o peixe-boi encontra-se na fase de lactação por dois ou mais anos até iniciar a fase de desmame (BARBOSA, 2011). Porém, enquanto filhote, o interesse pelo consumo de plantas pode ser estimulado pelo comportamento da mãe, propiciando aprendizado da técnica de forrageamento (HARTMAN, 1979; HAYSSSEN, 1993). Foram identificadas a presença de fibras elásticas também no esôfago de cavalos (STICK, 2012).

Neste estudo, no estômago do peixe-boi marinho observou-se a região da mucosa glandular ou secretora. Na mucosa gástrica do peixe-boi marinho verificou-se epitélio simples cilíndrico com células mucosecretoras, células parietais e células principais. Enquanto, no peixe-boi amazônico a mucosa gástrica é caracterizada como glandular na sua totalidade (COLARES, 1994) e uma das características histológicas incomuns encontradas no peixe-boi da Flórida é o epitélio pavimentoso

estratificado no antro pilórico do estômago (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Embora semelhantes, o estômago do peixe-boi da Amazônia apresenta características que divergem do peixe-boi da Flórida e do peixe-boi marinho estudado nesta pesquisa: A ausência das células parietais e principais na mucosa gástrica no estômago do peixe-boi amazônico, estando estas células presentes em abundância apenas na glândula cárdica; E, quanto à localização topográfica do estômago, à direita do plano sagital médio no peixe-boi da Amazônia e à esquerda no peixe-boi da Flórida e no peixe-boi marinho (COLARES, 1994; REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Estas características morfológicas divergentes podem estar relacionadas às adaptações ao ambiente aquático, pois peixes-boi amazônicos habitam em ambiente de água doce com variações de inundações sazonais na qual há alterações na disponibilidade de alimento entre estação cheia e seca (OSHEA; POWELL, 2001), enquanto que os peixes-boi da Flórida e o peixes-boi marinhos habitam em ambientes costeiros e em estuários (OSHEA; POWELL, 2001), que apresentam variações de salinidade.

Com base nesta pesquisa, observou-se que a mucosa glandular do estômago do peixe-boi marinho é recoberta por células mucosas de superfície que produzem muco para proteção do epitélio gástrico. Em equinos, para evitar lesões na mucosa gástrica, um dos mecanismos de defesa é a produção de mucina com bicarbonato (ARANZALES; ALVES, 2013), formando uma barreira alcalina que protege a camada mucosa contra a ação de enzimas, acidez presente no lúmen estomacal (NASCIUTTI *et al.*, 2016) e o muco polissacarídeo pode proteger contra o atrito causada por grãos de areia ingeridos com o alimento, desenvolvendo função semelhante à queratina (SILVA; GURGEL; SANTANA, 2005).

Na região de curvatura maior do estômago do peixe-boi da Flórida, foram identificadas glândulas mucosas na camada mucosa e submucosa que permite a produção abundante de muco (REYNOLDS; ROMMEL, 1996). No entanto, nos espécimes analisados de peixe-boi marinho neste estudo, as glândulas gástricas com células produtoras de muco estavam localizadas apenas na camada mucosa do estômago.

Uma das principais características atípicas encontrada no estômago dos sirênios é a presença da glândula cárdica, que também foi verificada nos indivíduos de peixe-boi marinho analisados nesta pesquisa. Estruturas semelhantes à glândula cárdica foram encontradas apenas em alguns mamíferos herbívoros, exceto para o roedor (*Onychomys torridus Zongicaudus*) e pangolim (*Manis pentadactyla*) que são

mamíferos insetívoros (REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Entre os animais que antes compunham o antigo grupo dos ungulados, a presença da glândula cárdica diferencia os sirênios dos outros táxons quanto à morfologia do estômago (LANGER, 2001).

A função da glândula cárdica está relacionada à separação das enzimas ácidas e digestivas de material vegetal abrasivo que estão de passagem pelo estômago (OSHEA; POWELL, 2001; HORSTMANN, 2018) e a produção do muco, contribuindo no processo de digestão (REYNOLDS; ROMMEL, 1996; HARSHAW, 2012; HORSTMANN, 2018).

Na análise comparativa da camada mucosa da glândula cárdica de peixe-boi marinho neonato e adulto, os tipos de células presentes são semelhantes. As diferenças encontradas referem-se a profundidade do epitélio de revestimento e a distribuição ordenada das células ao longo da glândula gástrica.

Na glândula cárdica do peixe-boi marinho, foram evidenciados nódulos linfáticos no indivíduo neonato e não verificado no indivíduo adulto. Porém, Reynolds e Rommel (1996) não identificaram nódulos linfáticos na glândula cárdica do peixe-boi da Flórida.

Anatomicamente, há semelhança entre o duodeno e os divertículos duodenais dos sirênios com outros mamíferos herbívoros, diferenciando quanto ao tamanho (REYNOLD; KRAUSE, 1982; REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Assim como nos sirênios, os cetáceos possuem ampola duodenal (ROMMEL; LOWENSTINE, 2001; HORSTMANN, 2018)

Microscopicamente, as células de Paneth não foram identificadas nos indivíduos avaliados neste estudo, assim como foi relatado a ausência destas células no duodeno dos peixes-bois já descritos na literatura, que encontram-se presentes na maioria dos grandes herbívoros terrestres (DELLMANN, 1971; COLARES, 1994; MEAD, 2009). No carcará (*Caracara plancus*), a presença de nódulos linfáticos ao longo do intestino delgado pode estar relacionado a ausência de células de Paneth, como contribuição dos nódulos linfáticos para defesa à corpos estranhos na mucosa intestinal (ALMEIDA *et al.*, 2016). Nesta pesquisa, observou-se que o peixe-boi marinho também apresentou nódulos linfáticos em todos os segmentos do intestino delgado.

A presença de glândulas duodenais no duodeno e nos divertículos no peixe-boi marinho foram também registradas em dugongos e peixe-boi da Flórida (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

O intestino grosso de peixes-bois e dugongos é a principal região onde ocorre digestão de matéria orgânica, nitrogênio e gordura bruta, como também reabsorção de água; o ceco e o cólon proximal de ambas é o local onde ocorre principalmente a digestão da celulose, proporcionando a classificação dos sirênios como fermentadores pós-gástricos (BURN, 1986; REYNOLDS; ROMMEL, 1996; HORSTMANN, 2018; REYNOLDS *et al.*, 2018).

Os peixes-boi apresentam alta eficiência em digestibilidade para celulose comparada aos outros mamíferos herbívoros, como o cavalo, por causa da taxa de passagem lenta devido ao grande tamanho tanto do seu corpo quanto do intestino grosso (BURN, 1986; REYNOLDS; ROMMEL, 1996). A complexidade do intestino grosso dos eutérios está principalmente relacionada a dietas ricas em fibras e, conseqüentemente, também a massa corpórea (LANGER; CLAUSS, 2018).

Nos mamíferos marinhos, a presença do ceco delimita o final do intestino delgado e o início do intestino grosso em sirênios e em alguns mysticetos, sendo vestigial nos pinípedes e ausente em odontocetos e lontras (ROMMEL; LOWENSTINE, 2001).

O ceco dos peixes-bois apresenta o corpo cecal com formato oval, mas o ceco dos dugongos tem o formato cônico (MEAD, 2009).

Macroscopicamente, o par emparelhado de divertículos cecais verificado em peixes-bois também podem ser encontrados em tamanduás, tatus, hiraxes, cangurus, vombates, castores, capivaras, preguiça, pika e antílopes (SNIPES, 1984). Em dugongos, está presente no ceco apenas um divertículo (HORSTMANN, 2018). A função do divertículos cecais é incerta, porém acreditam-se que possa ser compreendida através da filogenia (SNIPES, 1984).

Com relação ao tamanho da ampola cecal observado em neonatos de peixe-boi marinho nesta pesquisa, Snipes (1984) destaca que durante o desenvolvimento ontogenético há o aumento do volume da ampola cecal por necessidade de reservatório de alimentos em adultos.

Os segmentos macroscópicos do ceco do peixe-boi marinho verificado neste estudo apresentaram estruturas histológicas semelhantes, como também foi observado no peixe-boi da Flórida (SNIPES, 1984).

Nesta pesquisa, o ceco do peixe-boi marinho apresentou epitélio de revestimento classificado como estratificado pavimentoso queratinizado. No peixe-boi da Flórida, Snipes (1984) relata a mesma classificação do epitélio, contrapondo-se com Reynolds e Rommel (1996) que afirma ser não-queratinizado. A

funcionalidade desta característica está relacionada ao mecanismo de proteção, além da produção de muco pelas células caliciformes, contra abrasões por causa de digesta de consistência dura de elementos de plantas ainda não digeridas (SNIPES, 1984; HORSTMANN, 2018).

O revestimento epitelial incomum identificado no ceco do peixe-boi marinho neste estudo é semelhante ao que foi encontrado nos segmentos cólon e reto, apresentando epitélio estratificado pavimentoso queratinizado. Em dugongos e peixe-boi da Flórida, o epitélio diferenciou-se do peixe-boi marinho pela ausência da queratina (REYNOLDS; ROMMEL, 1996).

Verificou-se que no cólon e no reto do peixe-boi marinho estão presentes as células absorptivas ou enterócitos, que são responsáveis pela absorção de nutrientes. Horstmann (2018) relata a ausência de enterócitos no intestino delgado, porém descreve no intestino grosso dos sirênios.

A absorção de água e íons no intestino grosso é relevante para manutenção do balanço hídrico nos peixes-bois, tendo em vista que são animais eurialinos (SNIPES, 1984; REYNOLDS; ROMMEL, 1996). Fisiologicamente, este interesse pela ingestão de água doce ainda não está esclarecido (REYNOLDS *et al.*, 2018).

O trato digestório do peixe-boi marinho (*T. manatus manatus*) possui as quatro camadas histológicas (mucosa, submucosa, muscular e adventícia/serosa) desde a porção do esôfago até o reto, consideradas como padrão para os vertebrados (FARIAS, 2014). Porém, destacou-se adaptações no epitélio da camada mucosa ao longo do trato digestório para funções de proteção à abrasão e a desidratação devido ao tipo alimentar e a ingestão acidental de água salgada, respectivamente.

Além disso, as alterações morfológicas relacionadas a mudança ontogenética relatadas neste estudo (localização de fibras elásticas nas camadas do esôfago e as alterações na camada mucosa da glândula cárdica) coincidem com as fases de desenvolvimento relacionadas ao hábito alimentar da espécie.

7. CONCLUSÃO

O presente trabalho traz descrições morfológicas do trato digestório de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus manatus*) no nordeste brasileiro não relatados na literatura anteriormente, resultados que já foram descritos nas espécies *Dugong dugon*, *Trichechus inunguis*, *Trichechus senegalensis* e *Trichechus manatus*

latirostris.

Com base nos resultados obtidos, os peixes-boi marinhos distribuídos no nordeste brasileiro confirmam serem animais monogástricos e apresentarem digestão no intestino grosso, que os classificam como não-ruminante e fermentador pós-gástrico, corroborando com o padrão de estruturas macroscópicas e microscópicas semelhantes entre os membros da Ordem Sirenia.

Em análise comparativa com a subespécie do peixe-boi da Flórida (*T. manatus latirostris*) foram encontradas características morfológicas incomuns na subespécie do peixe-boi marinho nordeste brasileiro (*T. manatus manatus*): a localização das glândulas mucosas no estômago, a presença de nódulos linfáticos na glândula cárdica, a presença de gânglio do plexo nervoso na camada mucosa e a presença de queratinização no epitélio do intestino grosso.

Portanto, a descrição morfológica do trato digestório do peixe-boi marinho abordada neste estudo torna-se relevante para a compreensão de futuras pesquisas em diversas áreas da biologia, como filogenética; na identificação de disfunções digestórias evitando o comprometimento na saúde dos animais; e no conhecimento acerca de hábitos alimentares a fim de que possam desenvolver ações estrategistas para o sucesso na conservação da espécie *Trichechus manatus manatus* na região nordeste do Brasil, que encontra-se ameaçada de extinção.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C; MARCOVALDI, G. M. Ocorrência e distribuição do Peixe-boi Marinho no Litoral Brasileiro (Sirenia, Trichechidae, *Trichechus manatus*, Linnaeus 1758). In: Simpósio internacional sobre a utilização de ecossistemas costeiros: Planejamento, poluição e produtividade, 1982, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: FURG / DUKE University, 1982. p 27.
- ALLEN, A. C. *et al.* Diet of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Belize, Central America. **Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom**, [s.l.], p.1-10, 3 abr. 2017. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0025315417000182>.
- ALMEIDA, W. M. *et al.* ANÁLISE HISTOLÓGICA DO TRATO INTESTINAL DO Caracara plancus (Miller, 1777). **Ciência Animal Brasileira**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.425-434, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v17i334289>.
- ALVES-STANLEY, C. D.; WORTHY, G. A. J. Carbon and nitrogen stable isotope turnover rates and diet-tissue discrimination in Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). **Journal Of Experimental Biology**, [s.l.], v. 212, n. 15, p.2349-2355, 17 jul. 2009. The Company of Biologists. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.027565>.
- AMES, A. L.; VLEET, E. S.; SACKETT, W. M. The use of stable carbon isotope analysis for determining the dietary habits of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. **Marine Mammal Science**, [S.l.], v. 12, n. 4, p.555-563, out. 1996. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1996.tb00067.x>.
- ARANZALES, J. R. M.; ALVES, G. E. S. O estômago equino: agressão e mecanismos de defesa da mucosa. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.305-313, fev. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782013000200018>.
- ATTADEMO, F. L. N. **Detecção da infecção de rotavírus, coronavírus, enterobactérias, leptospira spp., brucella abortus e toxoplasma gondii em peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) em cativeiro no Brasil**. 2014. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- BARBOSA, P. de S. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE PEIXE-BOI DA AMAZÔNIA (*Trichechus inunguis* NATTERER 1883) EM CATIVEIRO. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.
- BARROS, H. M. D. do R. *et al.* Cranial and chromosomal geographic variation in manatees (Mammalia: Sirenia). **Journal Of Zoological Systematics And Evolutionary Research**, [s.l.], v. 55, n. 1, p.73-87, 23 nov. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jzs.12153>.
- BEHMER, A. O.; TOLOSA, E. M. C.; F. NETO, A.G. 1976. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p 98-101.

BEST, R. C. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. **Mammal Review**, [s.l.], v. 11, n. 1, p.3-29, mar. 1981. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2907.1981.tb00243.x>.

BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; MALM, O. ECOLOGIA ALIMENTAR EM MAMÍFEROS MARINHOS: TÉCNICAS DE ESTUDO. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 16, n. 02, p.210-234, jun. 2012. *Oecologia Australis*. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.04>.

BJORN DAL, K. A. Cellulose digestion and volatile fatty acid production in the green turtle, *Chelonia mydas*. **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Physiology**, [s.l.], v. 63, n. 1, p.127-133, jan. 1979. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629\(79\)90638-8](http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629(79)90638-8).

BONDE, R.; AGUIRRE, A.; POWELL, J. Manatees as Sentinels of Marine Ecosystem Health: Are They the 2000-pound Canaries?. **Ecohealth**, [s.l.], v. 1, n. 3, p.255-262, 13 maio 2004. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10393-004-0095-5>.

BORGES, J. C. G. *et al.* Identificação de itens alimentares constituintes da dieta dos peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus*) na região Nordeste do Brasil. **Revista Biotemas**, X, v. 2, n. 21, p.77-81, jun. 2008.

BRITO, A. P. D. **Avaliação histopatológica de mamíferos marinhos encalhados no litoral do nordeste brasileiro**. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Mossoró, 2015.

BURN, D. M. The digestive strategy and efficiency of the West Indian Manatee, *Trichechus manatus*. **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Physiology**, [s.l.], v. 85, n. 1, p.139-142, jan. 1986. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629\(86\)90475-5](http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629(86)90475-5).

BURN, D. M.; ODELL, D. K. Volatile fatty acid concentrations in the digestive tract of the West Indian Manatee, *Trichechus manatus*. **Comparative Biochemistry And Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, [s.l.], v. 88, n. 1, p.47-49, jan. 1987. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491\(87\)90077-0](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491(87)90077-0).

CAPUTO, L. F. G.; GITIRANA, L. de B.; MANSO, P. P. de A. Técnicas histológicas. In: MOLINARO, E.; CAPUTO, L.; AMENDOEIRA, R. (Org.). Conceitos e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; CAPUTO; GITIRANA; MANSO, 2010. p. 89-188.

CHAVES, P. de T. da C.; VAZZOLER, C. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. III. Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis* (characiformes: Prochilodontidae). **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 14, n. 3-4, p.343-354, dez. 1984. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921984143353>.

CHEN, H. *et al.* Structure and Function of the Gastrointestinal Tract of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Hatchling. **Asian Herpetological Research**, v. 6, n. 4, p.317-330, 2015.

CHOI, K. F. **Áreas prioritárias para a conservação do peixe-boi marinho *Trichechus manatus* no Ceará e Rio Grande do Norte**. 2011. 247 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CIOTTI, L. L. **Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio aplicados ao estudo da ecologia trófica do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no Brasil.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

COLARES, F. A. P. **Aspectos morfológicos do estômago do peixe-boi da Amazônia: *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia).** 1994. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de H, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

COLARES, I. G.; COLARES, E. P. Food Plants Eaten by Amazonian Manatees (*Trichechus inunguis*, Mammalia: Sirenia). **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [s.l.], v. 45, n. 1, p.67-72, mar. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-89132002000100011>.

COPETTI, N. **Métodos de coloração histológicas e citológicas.** Porto Alegre: Faculdade de Medicina da UFRGS, 1996. 118 p.

COURBIS, S. S.; WORTHY, G. A. J. Opportunistic carnivory by Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). **Aquatic Mammals**, [s.l.], v. 29, n. 1, p.104-107, 1 jan. 2003. Aquatic Mammals Journal. <http://dx.doi.org/10.1578/016754203101023942>.

DELLMANN, H. **Veterinary Histology: An Outline Text-Atlas.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1971. 305 p.

DIAGNE, L. K. **Phylogenetics and feeding ecology of the African manatee, *Trichechus senegalensis*.** 263 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Philosophy, University Of Florida, 2014.

FARIAS, Daniel Solon Dias de. **Tartarugas marinhas da Bacia Potiguar/RN: diagnóstico, biologia alimentar e ameaças.** 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

FLORES-CASCANTE, L. *et al.* Elementos de la dieta del manatí *Trichechus manatus manatus* en tres sitios importantes para la especie en México y Belice. **Revista Ciencias Marinas y Costeras**, [s.l.], v. 5, p.25-36, dez. 2013.

FOPPEL, E. F. da C. Ecologia do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) e seu relacionamento com as comunidades ribeirinhas no litoral sul do estado de Sergipe : avaliação para reintroduções de novos espécimes. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

FORCADA, J. Distribution. In: PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J.G.M. **Encyclopedia of Marine Mammals.** 2. ed. USA; Uk: Academic Press Inc, Elsevier, 2009. p. 329.

HARSHAW, L. T. **Evaluation of the nutrition of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*)**. 2012. 192 f. Dissertação (Mestrado) - University Of Florida, Gainesville, Flórida, 2012.

HARTMAN, D. S. **Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida**. Spec. Publ. 5. New York: American Society Of Mammalogists, 1979. 153 p.

HAYS, G. C. *et al.* New Tools to Identify the Location of Seagrass Meadows: Marine Grazers as Habitat Indicators. **Frontiers In Marine Science**, [s.l.], v. 5, p.1-6, 21 fev. 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2018.00009>.

HAYSSSEN, V. Empirical and Theoretical Constraints on the Evolution of Lactation. *Journal Of Dairy Science*, [s.l.], v. 76, n. 10, p.3213-3233, out. 1993. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77659-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77659-6).

HORSTMANN, L. Gastrointestinal Tract. **Encyclopedia Of Marine Mammals**, [s.l.], p.397-400, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-804327-1.00007-8>.

ICMBio. **Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da Amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus***. 12. ed. Brasília: ICMBio, 2011. 80 p. (Espécies Ameaçadas).

IUCN 2008. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

JIMÉNEZ, I. P. **Los manatíes del río San Juan y los canales de tortuguero: Ecología y conservación**. San José, Costa Rica: Amigos de La Tierra, 2000. 120 p.

LANGER. Evidence from the digestive tract on phylogenetic relationships in ungulates and whales. **Journal Of Zoological Systematics And Evolutionary Research**, [s.l.], v. 39, n. 1-2, p.77-90, 22 mar. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0469.2001.00158.x>.

LANGER, P.; CLAUSS, M. Morphological adaptation of the eutherian gastrointestinal tract to diet. **Vertebrate Zoology**, v. 68, n. 3, p.237-252, 20 nov. 2018.

LEMIRE, M. Particularites de l'estomac du lamantin *Trichechus senegalensis* link. (sireniens, trichechides). **Mammalia**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 475-525, 1968. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/mamm.1968.32.3.475>.

LEVIN, M. J.; PFEIFFER, C. J. Gross and Microscopic Observations on the Lingual Structure of the Florida Manatee *Trichechus manatus latirostris*. **Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series C**, [s.l.], v. 31, n. 5, p.278-285, out. 2002. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0264.2002.00387.x>.

LIMA, R. P.; PALUDO, D.; SOAVINSKI, R. J.; SILVA, K. G. & OLIVEIRA, E. M. A. 1992. Levantamento da distribuição, ocorrência e status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758) no litoral nordeste do Brasil. Peixe-boi: coletânea de trabalhos de conservação e pesquisa de Sirênios no Brasil, 1(1): 47-72.

LIMA, R. P. de *et al.* Levantamento da distribuição, ocorrência e status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) no litoral nordeste do Brasil. **Natural Resources**, Aquidabã, v. 1, n. 2, p.41-57, ago. 2011.

LUNA, F. O.; PASSAVANTE, J. Z. O. Projeto Peixe-boi/ICMBio. 30 Anos de Conservação de uma Espécie Ameaçada. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade., 2010. 108 p.

LUNA, F. de O. *et al.* Status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) no Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**, Itamaracá, v. 2, n. 10, p.145-153, ago. 2008.

LUNA, F. O. *et al.* 2018. *Trichechus manatus*. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. Brasília: ICMBio. p. 103-109.

MCGROSKY, A. *et al.* Gross intestinal morphometry and allometry in primates. **American Journal Of Primatology**, [s.l.], p.1-15, 18 jul. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.23035>.

MEAD, J. G. Gastrointestinal Tract. In: PERRIN, William F.; WÜRSIG, Bernd G.; THEWISSEN, J.g.m.. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. USA: Uk: Academic Press Inc, Elsevier, 2009. p. 488-495.

MURIE, J. On the form and structure of the Manatee (*Manatus americanus*). **Transactions Of The Zoological Society Of London**, [s.l.], v. 8, p.127-202, 1872. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.39129>.

NASCIUTTI, L. E. *et al.* Histologia do Tubo Digestório. **Sistema Digestório: Integração Básico-Clínica**, [s.l.], p.273-314, nov. 2016. Editora Edgard Blücher. <http://dx.doi.org/10.5151/9788580391893-12>.

O'SHEA, T. J.; POWELL, J.A. Sirenians. **Encyclopedia Of Ocean Sciences**, [s.l.], p.436-446, 2001. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-012374473-9.00433-1>.

PABLO-RODRÍGUEZ, N. *et al.* Seasonal differences in the feeding habits of the Antillean manatee population (*Trichechus manatus manatus*) in the fluvial-lagoon systems of Tabasco, Mexico. **Marine Mammal Science**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.363-375, 17 jun. 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/mms.12245>.

PIMENTEL, T. L. Order Sirenia (Manatees, Dugongs, Sea Cows): Medicine. In: FOWLER, Murray E.; CUBAS, Zalmir S.. **Biology, medicine, and surgery of South American wild animals**. Iowa State University Press: Ames, 2001. Cap. 31. p. 356-362.

PONCE-GARCÍA, G.; OLIVERA-GÓMEZ, L. D.; SOLANO, E. Analysis of the plant composition of manatee (*Trichechus manatus manatus*) faeces in a lake in south-eastern Mexico. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.797-803, 12 maio 2017. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.2774>.

REYNOLD, J. E.; KRAUSE, W.J. A Note on the Duodenum of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*), with Emphasis on the Duodenal Glands. **Cells**

Tissues Organs, [s.l.], v. 114, n. 1, p.33-40, 1982. S. Karger AG.
<http://dx.doi.org/10.1159/000145576>.

REYNOLDS, J. E. Behavior patterns in the West Indian Manatee, with emphasis on feeding and diving. **Florida Scientist**, v. 44, p.233-242, 1981.

REYNOLDS, J. E.; POWELL, J. A.; TAYLOR, C. R. Manatees: *Trichechus manatus*, *T. senegalensis* and *T. inunguis*. In: PERRIN, William F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. USA; Uk: Academic Press Inc, Elsevier, 2009. p. 682-691.

REYNOLDS, J. E.; ROMMEL, S. A. Structure and function of the gastrointestinal tract of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. **The Anatomical Record**, [s.l.], v. 245, n. 3, p.539-558, jul. 1996. Wiley-Blackwell.
[http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0185\(199607\)245:33.0.co;2-q](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1097-0185(199607)245:33.0.co;2-q).

REYNOLDS, J. E. *et al.* Manatees. **Encyclopedia Of Marine Mammals**, [s.l.], p.558-566, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-804327-1.00165-5>.

ROMMEL, S.; LOWENSTINE, L. Gross and Microscopic Anatomy. **Crc Handbook Of Marine Mammal Medicine**, [s.l.], p.129-164, 27 jun. 2001. CRC Press.
<http://dx.doi.org/10.1201/9781420041637.sec2>.

ROSAS, F. C. W.; PIMENTEL, T. L. Order Sirenia (Manatees, Dugongs, Sea Cows): Biology. In: FOWLER, Murray E.; CUBAS, Zalmir S.. **Biology, medicine, and surgery of South American wild animals**. Iowa State University Press: Ames, 2001. Cap. 31. p. 352-356.

RODRIGUES, F. M. **Ecologia alimentar e composição bromatológica de alimentos do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) na Paraíba**. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SILVA, N. B.; GURGEL, H. de C. B.; SANTANA, M. D. Histologia do sistema digestório de sagüiru, *Steindachnerina notonota* (Miranda ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 1, n. 31, p.1-8, 2005.

SILVA, N.B. **Estudo morfohistológico do tubo digestório de *Steindachnerina notonota* Ribeiro 1937 (Characiforme, Curimatidae) e *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Characiformes, Erythrinidae) do rio Ceará-Mirim em Umari, Distrito de Taipu-RN**. 2004. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Bioecologia Aquática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

SNIPES, R. L. Anatomy of the cecum of the West Indian manatee, *Trichechus manatus* (Mammalia, Sirenia). **Zoomorphology**, [s.l.], v. 104, n. 2, p.67-78, mar. 1984. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00312020>.

SOUSA, J. B. **Avaliação da dieta do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus 1758) na Praia do Guarapiranga, Ilha de São Luís, Maranhão**. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2016.

STICK, J. A. Esophagus. **Equine Surgery**, [s.l.], p.367-388, 2012. Elsevier.
<http://dx.doi.org/10.1016/b978-1-4377-0867-7.00031-4>.

THAYER, G. W. *et al.* Role of Larger Herbivores in Seagrass Communities. **Estuaries**, [s.l.], v. 7, n. 4, p.351-376, dez. 1984. Springer Nature.
<http://dx.doi.org/10.2307/1351619>.

THITARAM, C. *et al.* Histology of 24 organs from Asian elephant calves (*Elephas maximus*). **PeerJ**, [s.l.], v. 6, p.1-37, 14 jun. 2018. PeerJ.
<http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4947>.

TOLOSA, E. M. C.; RODRIGUES, C. J.; BEHMER, O. A. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: Editora Manole, 341 p., 2005.

VALENTINE, J. F.; HECK, K. I. Seagrass herbivory: evidence for the continued grazing of marine grasses. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 176, p.291-302, 1999. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps176291>.

VERGARA-PARENTE, J. E. Histopatologia. In: VERGARA-PARENTE, J. E. *et al* (Org.). **Protocolo de Conduta para Encalhes de Mamíferos Aquáticos**. Recife: Ibama, 2005, p. 248.

VILAÇA, S. T. *et al.* Manatee genomics supports a special conservation area along the Guianas coastline under the influence of the Amazon River plume. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [s.l.], v. 226, out. 2019. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106286>.

WALSH, M. T.; BOSSART, G. D. Manatee medicine. In: FOWLER, M. E.; MILLER, E. R. (ed.). **Zoo & wild animal medicine**. 4. ed. Denver: WB Saunders Company, p. 507-516, 1999.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Exemplares de peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) com a descrição das variáveis quanto à faixa etária, ao comprimento total (cm), data e o local de encalhe ou nascimento, à causa mortis e as amostras que foram utilizadas.

FAIXA ETÁRIA ÓBITO	COMP. TOTAL (CM)	DATA DE ENCALHE/ NASCIMENTO	LOCAL DE ENCALHE/ NASCIMENTO	LOCAL DE ENCALHE/ ÓBITO	CAUSA MORTIS	AMOSTRAS
Neonato	108	28/07/95	Maceió (AL)	Itamaracá (PE)	Cardiopatia associada à doença pulmonar	Língua Estômago Intestino Grosso
Filhote	-	14/10/97	Beberibe (CE)	Itamaracá (PE)	Colapso cardiorrespiratório /Septicemia /Caquexia	Duodeno Int. Delgado Intestino Grosso
Neonato	106	04/11/02	Nasceu em cativeiro Itamaracá (PE)	Itamaracá (PE)	-	Esôfago Intestino delgado Intestino Grosso
Filhote	97	09/01/03	Pitimbu (PB)	Itamaracá (PE)	Pneumonia bilateral, fígado hemorrágico.	Intestino Delgado Intestino Grosso
Neonato	113	26/12/03	Ipojuca (PE)	Ipojuca (PE)	Interação antrópica possivelmente por afogamento	Intestino Grosso
Adulto	272	24/12/04	Nísia Florestal (RN)	Nísia Florestal (RN)	Doença crônica não definida / Caquexia	Intestino Delgado Intestino Grosso
Juvenil	218	24/12/06	Areia Branca (RN)	Itamaracá (PE)	Septicemia	Estômago
Filhote	137	31/03/07	Icapuí (CE)	Itamaracá (PE)	Septicemia	Estômago
Juvenil	260	08/06/07	Nasceu em cativeiro Itamaracá (PE)	Porto de Pedras (AL)	Insuficiência respiratória	Intestino Delgado Intestino Grosso
Juvenil	229,5	21/11/07	Porto do Mangue (RN)	Itamaracá (PE)	Septicemia	Língua
Juvenil	230	07/04/08	Nasceu em cativeiro Itamaracá (PE)	Itamaracá (PE)	Possivelmente híbrida. Causa não identificada.	Intestino
Juvenil	226	07/12/08	Beberibe (CE)	Itamaracá (PE)	Septicemia	Intestino
Neonato	123	25/12/16	Natal (RN)	Natal (RN)	Desnutrição (caquexia), escoriações e erupções cutâneas com evidências de infecção bacteriana	Esôfago Intestino Delgado Intestino Grosso
Adulto	313,5	12/03/17	Parnamirim (RN)	Parnamirim (RN)	Afogamento	Estômago Intestino Delgado Intestino Grosso

-	-	13/02/2008	Icapuí (CE)	-	Ceco e cólon sem alterações patológicas	Ceco Cólon
-	-	23/09/2011	Icapuí (CE)	-	Intestino delgado: grandes dimensões de folículos linfóides da lâmina própria do intestino, sugestivo de nódulo linfóide hiperplásico. Ampola duodenal: enterite e hiperplasia dos folículos linfóides.	Glandula cárdica
-	-	10/10/2008	Beberibe (CE)	-	Duodeno normal, ampola duodenal (lamina ruim). Intestino grosso: só tem camada muscular.	Duodeno
Adulto	-	-	-	-	Ceco normal. Intestino grosso: congestão dos vasos, degeneração vacuolar das células do epitélio do lúmen intestinal, com áreas focais de descamação	Esôfago
Filhote	144	26/03/1999	Mataraca/PB	Itamaracá (PE)	Septicemia	Glândula cárdica Intestino
-	-	-	-	-	-	Jejuno

Fonte: (BRITO, 2015) adaptado pela própria autora.

ANEXOS

ANEXO 1 – SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
– SISBIO.

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 13694-3	Data da Emissão: 12/06/2012 12:23
Dados do titular	
Nome: FLÁVIO JOSÉ DE LIMA SILVA	CPF: 485.543.674-72
Título do Projeto: Diversidade, áreas de ocorrência e conservação de mamíferos aquáticos e quelônios marinhos no Rio Grande do Norte (REMANE)	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	CNPJ: 08.258.295/0001-02

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Monitoramento quinzenal das áreas litorâneas	06/2012	05/2017
2	Atendimento aos encalhes de mamíferos aquáticos	06/2012	05/2017
3	Análise de material e identificação de espécies	06/2012	05/2017
4	Coleta e armazenamento de material biológico	06/2012	05/2017

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
9	As atividades contempladas nesta autorização abrangem espécies brasileiras constantes de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração.

Outras ressalvas

1	As áreas de atuação deste projeto deverão ser previamente bem definidas, a fim de não sobrepor áreas já licenciadas no litoral do RN e CE. As tartarugas encalhadas vivas deverão ser encaminhadas para uma Instituição que tenha estrutura física com profissional habilitado (Médico Veterinário) para reabilitação de quelônios marinhos e que deverá estar registrada junto ao IBAMA, por meio do SISFAUNA, de acordo com IN 169/08.
2	Os Mustelídeos encontrados feridos em praias deverão ser soltos imediatamente após sua recuperação, atendendo a IN 169/2008.
3	Em caso de encalhe de mamíferos aquáticos vivos, a soltura imediata, após recebimento de cuidados veterinários e obtenção de material biológico, deverá ser a opção de escolha. Caso haja impossibilidade, o cativeiro temporário para reabilitação pode constituir a segunda opção. Para tanto, a Instituição que vier a receber estes animais deverá estar registrada junto ao IBAMA, por meio do SISFAUNA, de acordo com IN 169/08. A destinação do espécime deverá estar de acordo com a IN 179/08.

Equipe

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 75872534



Página 1/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 13694-3	Data da Emissão: 12/06/2012 12:23
Dados do titular	
Nome: FLÁVIO JOSÉ DE LIMA SILVA	CPF: 485.543.674-72
Título do Projeto: Diversidade, áreas de ocorrência e conservação de mamíferos aquáticos e quelônios marinhos no Rio Grande do Norte (REMANE)	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	CNPJ: 08.258.295/0001-02

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Thiago Emanuel Bezerra da Costa	Coordenador de Campo	013.590.144-89	002083947 SSP-RN	Brasileira
2	Iraê Terra Guedes de Oliveira	Coleta de dados e atendimento a encalhes	054.452.274-56	1989677 ITEP-RN	Brasileira
3	Adna Sandra Lucas Firmino	Coordenadora de análises e coleção	913.728.284-00	1329359 SSP-RN	Brasileira
4	Kleberson de Oliveira Porpino	Vice-Coordenador	903.826.094-68	-	Brasileira
5	Camilo Chagas Dantas	Coleta de dados e atendimento a encalhes	013.606.004-85	1811857 SSP-RN	Brasileira
6	Acarilton Eduardo da Silva	Coleta de dados e atendimento a encalhes	065.891.874-52	1.918.021 SSP-RN	Brasileira
7	ANA BERNADETE LIMA FRAGOSO	Coordenadora de campo e laboratório	013.059.517-94	08089293-8 IFP-RJ	Brasileira
8	Damião Nascimento Oliveira	Coleta de dados e atendimento a encalhes	029.635.094-05	001.729.501 itep-RN	Brasileira
9	Lídio França do Nascimento	Vice-Coordenador	792.201.184-91	1248884 ITEP-RN	Brasileira
10	Kelly Cristina Araújo Pansard	Coleta de dados e atendimento a encalhes	010.960.144-08	1900496 ITEP/SSP-RN	Brasileira
11	Márcia Aparecida Bergamini	Coleta de dados e atendimento a encalhes	274.196.728-81	27779301-4 itep-RN	Brasileira
12	Diogo Mickael Rolim e Silva	Coleta de dados e atendimento a encalhes	047.803.734-17	1907955 ITEP-RN	Brasileira
13	Leo Bruno Correia	Coleta de dados e atendimento a encalhes	794.530.233-53	94002402023 SSP-CE	Brasileira
14	Rosemary Dayse Salustiano de Barros	Coleta de dados e atendimento a encalhes	025.085.774-05	001.123.939 itep-RN	Brasileira
15	Gustavo Henrique Coelho de Castro	Coleta de dados e atendimento a encalhes	876.012.574-87	001464337 ITEP-RN	Brasileira
16	Carolina Herédia Tosi	Coleta de dados e atendimento a encalhes	091.849.417-66	108046137 IFP-RJ	Brasileira
17	Érico dos Santos Junior	Coleta de dados e atendimento a encalhe	627.338.425-87	1804068 SSP-RN	Brasileira
18	Thais de godoy	Coleta de dados e atendimento a encalhes	009.133.054-80	1848326 SSP-RN	Brasileira
19	Francisco Carlos Pereira Nascimento	Coleta de dados e atendimento a encalhes	738.089.383-15	93003007898 SSP-CE	Brasileira
20	pedro henrique guedes angeiras	Coleta de dados e atendimento a encalhes	061.566.084-35	2102953 ITEP-RN	Brasileira
21	Ana Paula Domingos Brito	Coleta de dados e atendimento a encalhes	913.094.683-20	99002252090 SSP-CE	Brasileira
22	Ana Emilia Barboza de Alencar	Coleta de dados e atendimento a encalhes	041.358.694-40	5955858 SSP-PE-PE	Brasileira
23	Simone Almeida Gavilan Leandro da Costa	Coleta de dados e atendimento a encalhes	671.964.034-87	001096305 SSP-RN	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		RN	Área de Atuação da REMANE (Nordeste do Brasil, RN, CE)	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
---	-----------	--------

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 75872534



Página 2/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 13694-3	Data da Emissão: 12/06/2012 12:23
Dados do titular	
Nome: FLÁVIO JOSÉ DE LIMA SILVA	CPF: 485.543.674-72
Título do Projeto: Diversidade, áreas de ocorrência e conservação de mamíferos aquáticos e quelônios marinhos no Rio Grande do Norte (REMANE)	
Nome da Instituição : Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	CNPJ: 08.258.295/0001-02

1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Caretta caretta, Eretmochelys imbricata, Chelonia mydas, Lepidochelys olivacea, Aclinopterygii, Elasmobranchii, Cheloniidae, Cetacea, Sirenia, Mustelidae, Aves, Dermochelyidae, Dermochelys coriacea
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Sirenia (*Qtde: 10)

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Aves)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Ectoparasita, Fezes, Fragmento de tecido/órgão, Ovos, Regurgitação/conteúdo estomacal, Sangue, Penas
2	Amostras biológicas (Carnívoros)	Urina, Sangue, Regurgitação/conteúdo estomacal, Pêlo, Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Ectoparasita, Fragmento de tecido/órgão, Fezes
3	Amostras biológicas (Mamíferos Aquáticos: cetáceos, sirênios e pinípedes)	Urina, Ectoparasita, Regurgitação/conteúdo estomacal, Pêlo, Sangue, Fezes, Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Sêmen, Fragmento de tecido/órgão
4	Amostras biológicas (Peixes)	Fezes, Escama, Ectoparasita, Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Sangue, Ovos, Sêmen
5	Amostras biológicas (Tartarugas marinhas)	Fragmento de tecido/órgão, Regurgitação/conteúdo estomacal, Fezes, Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele
6	Método de captura/coleta (Carnívoros)	Outros métodos de captura/coleta(Apenas indivíduos encailhados)
7	Método de captura/coleta (Mamíferos Aquáticos: cetáceos, sirênios e pinípedes)	Outros métodos de captura/coleta(Apenas indivíduos encailhados)
8	Método de captura/coleta (Peixes)	Outros métodos de captura/coleta(Apenas indivíduos encailhados)
9	Método de captura/coleta (Tartarugas marinhas)	Outros métodos de captura/coleta(Apenas indivíduos encailhados)

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	colecção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 75872534



Página 3/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 13694-3		Data da Emissão: 12/06/2012 12:23	
Dados do titular			
Nome: FLÁVIO JOSÉ DE LIMA SILVA		CPF: 485.543.674-72	
Título do Projeto: Diversidade, áreas de ocorrência e conservação de mamíferos aquáticos e quelônios marinhos no Rio Grande do Norte (REMANE)			
Nome da Instituição : Universidade do Estado do Rio Grande do Norte			CNPJ: 08.258.295/0001-02

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 75872534



Página 4/4