



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA

THAYS FREITAS DE ANDRADE

HISTOLOGIA DA LAGOSTA VERDE (*Panulirus laevicauda*)

FORTALEZA

2022

THAYS FREITAS DE ANDRADE

HISTOLOGIA DA LAGOSTA VERDE (*Panulirus laevicauda*)

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Maggioni.

Co-orientadora: Me. Ingrid Luana Siqueira.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A571h Andrade, Thays Freitas.
Histologia da Lagosta Verde (*Panulirus laevicauda*) / Thays Freitas Andrade.
– 2021.48f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Maggioni.

Coorientação: Profa. Ma. Ingrid Luana

Siqueira.

1. Panularidae . 2. Histologia. 3. Crustacea. I. Título.

CDD 551.46

HISTOLOGIA DA LAGOSTA VERDE (*Panulirus laevicauda*)

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Maggioni (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Cristina Rocha Barreira
Universidade Federal do Ceará

Dra. Juliana de Carvalho Gaeta
Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais, Sandra e Robério.

AGRADECIMENTOS

Acima de todos, agradeço imensamente aos meus pais, Sandra e Robério que sempre me apoiaram independente de minhas escolhas e nunca questionaram ou me pressionaram, tornando esse momento da graduação muito mais leve com o alicerce que os dois me forneceram.

Agradeço imensamente ao Professor Rodrigo Maggioni, por me receber em seu laboratório e por ser não só um ótimo orientador, mas a pessoa que me forneceu a oportunidade de aprender e me desafiar na oceanografia. Agradeço à Ingrid por todas as dúvidas prontamente tiradas e por lapidar todo meu conhecimento acerca destas lagostas que surpreendentemente nos uniram, você foi uma coorientadora incrível e um exemplo de cientista. Agradeço à Gracinha por todos os cafés, correções e risadas durante todos esses anos no laboratório – não só isso como a paciência ao passar tardes observando lâminas comigo buscando extrair o melhor deste trabalho, seu conhecimento foi essencial aqui, obrigada! Agradeço à Juliana Gaeta pelos ensinamentos e puxões de orelha no laboratório, pelo elo com os pescadores tornando este trabalho possível. Agradeço também Juliana Freitas pelo auxílio nos cortes histológicos que ficaram impecáveis. No mais, agradeço à toda família do CEDECAM, foi meu segundo laboratório, mas costumo dizer que foi o primeiro que me senti em casa, obrigada mais uma por todo acolhimento e ajuda nesse processo de amadurecimento que é a graduação.

Sou imensamente grata à Marina por ser minha fiel escudeira e por sua amizade nas mais diferentes fases que passei durante esses anos seja na oceanografia ou fora, você sempre esteve aqui para mim, muito obrigada e espero que estejamos juntas nessa nova jornada. Quero agradecer a Felipe e Hélio por estarem comigo desde sempre e por sempre me apoiar e me encorajar a alçar voos que nem eu mesma acreditaria que seria capaz. Marina, Felipe e Hélio, sei que estaremos em momentos e locais diferentes, mas ainda temos muito o que desbravar não só nos oceanos, mas além. Agradeço aos meus amigos da turma de Oceanografia de 2017.1 em especial a Monique, Caio, Ruama, Letícia Paulino, Camille por tornarem essa experiência tão única e mais leve.

Quero agradecer também a Gustavo, por sempre me apoiar e torcer por mim como ninguém, que estejamos juntos conquistando mais e mais coisas incríveis.

Agradeço ao CNPQ e FUNCAP pelo financiamento e as oportunidades que me forneceram com as bolsas de Iniciação Científica e Iniciação à Docência, atividades que foram essenciais não só para a minha formação acadêmica, mas como pessoa.

A Deus, por sempre me fortalecer nestas caminhadas.

RESUMO

As lagostas do gênero *Panulirus* estão entre as espécies pesqueiras com maior importância social e econômica da costa brasileira. A pesca da lagosta no Brasil abrange grande parte da costa, ocorrendo nas regiões Norte e Nordeste, podendo chegar até o estado do Espírito Santo. Os sinais de sobre-exploração das lagostas, sejam elas das espécies lagosta vermelha (*Panulirus argus*) ou lagosta verde (*P. laevicauda*), já são observados, visto que são as mais exploradas comercialmente. É importante salientar, que apesar desses fortes indícios de sobrepesca, o esforço pesqueiro continua a crescer, com poucas ações mitigatórias como o defeso, considerado pouco eficiente. Além disso, o conhecimento sobre estes organismos ainda apresenta lacunas significativas. Por exemplo, há poucas informações a respeito das populações cearenses em relação à ocorrência de enfermidades. Porém, para o desenvolvimento destes estudos, seria necessário como ferramenta essencial para monitoramento de enfermidades um catálogo da histologia saudável da espécie alvo. Para *P. laevicauda* não há descrição sistemática da histologia saudável até o momento, o que limita o alcance das iniciativas de estudos histopatológicos. Sendo assim, a proposta do presente trabalho é utilizar métodos de histologia clássica para descrever e caracterizar brânquias, hepatopâncreas, glândula antenal, coração, gônadas e tecido muscular da lagosta-verde saudável. Para atingir tal objetivo, foram realizadas amostragens aos pescadores da Praia de Iparana e Praia de Meireles no Ceará. Logo foi desenvolvida uma descrição detalhada acerca dos tecidos mencionados afim de estabelecer um padrão que possa ser utilizado para análises histopatológicas da espécie *P. laevicauda* e até servir como material de consulta para espécimes de lagostas em geral, visto que a maioria dos trabalhos evidencia tecidos de organismos enfermos.

Palavras-chave: histologia, lagosta, Palinuridae, Crustacea, pesca.

ABSTRACT

Lobsters of the genus, *Panulirus* are among the most socially and economically important fishing species on the Brazilian coast. Lobster fishing in Brazil covers a large part of the coast, occurring in the North and Northeast regions, and reaching the state of Espírito Santo. Signs of overexploitation of lobsters, whether red lobster (*P. argus*) or green lobster (*P. laevicauda*), are already observed, as they are the most commercially exploited. It is important to point out that, despite the strong signs of overfishing, the fishing effort continues to grow, with few mitigating actions such as closing, considered inefficient. Furthermore, knowledge about these organisms still has relevant gaps. For example, there is little information about the populations of Ceará in relation to the occurrence of illnesses. However, for the development of these studies, an essential tool for the monitoring of diseases would be a catalog of the healthy histology of the target species. For *P. laevicauda* there is no systematic description of normal histology to date, which limits the scope of histopathological study initiatives. The objective of the present work is to use classical histology methods to describe and characterize healthy gills, hepatopancreas, antennal gland, heart, gonads and muscle tissue of green lobster. To achieve this objective, samples were taken with the fishing industry and the main fishing landing ports in the state. A detailed description of the identified tissues was then developed in order to establish a pattern that can be used for histopathological analysis of the species *P. laevicauda* and to serve as reference material for specimens of lobster in general, since most previous work show tissues from diseased organisms.

Keywords: histology, lobster, Paniluridae, Crustacea, fishing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da localização das coletas de <i>P. laevicauda</i> no Ceará, Brasil.....	15
Figura 2 – Órgãos analisados de <i>P. laevicauda</i> no presente estudo.....	16
Figura 3 – Processo laboratorial. Dissecção de <i>P. laevicauda</i> (a-b); Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> durante processo de dissecção (c); Lâminas com Entellan® (d); Processo de corte histológico e seu resultado (e-f); Lâminas coradas (g); microscópio de luz microscópio de luz DM 500 (LEICA) (h).....	18
Figura 4 – Amostra de <i>P. laevicauda</i> macho da Praia de Iparana – Ceará (a). Amostras de <i>P. laevicauda</i> macho e fêmea, respectivamente, da Praia de Meireles – Ceará (b-c).....	18
Figura 5 – Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> durante dissecção, evidenciando o hepatopâncreas (seta vermelha).	20
Figura 6 – Tecido hepatopâncreas de <i>P. laevicauda</i> . Xt = corte transversal dos túbulos; lt = corte longitudinal dos túbulos.	21
Figura 7 – Tecido do hepatopâncreas de <i>P. laevicauda</i> . Bc – célula b; HS – Seio hemal; ff – fagócito fixo.....	21
Figura 8 - Hepatopâncreas de <i>P. laevicauda</i> . E - Célula-E; B - Célula-B; ff – fagócito fixo.	22
Figura 9 – Túbulo do hepatopâncreas de <i>P. laevicauda</i> . bc – Céula B; Lum – lúmen; bm – membrana basal; s – seção da célula B; setas pretas – núcleo da célula que é aproximado à zona periférica da célula; F – Célula-F; R – Célula-R hs – seio hemal; ff – fagócito fixo; seta vermelha – seio sanguíneo.....	22
Figura 10 – Hepatopâncreas de <i>P. laevicauda</i> . Amostra de Praia de Iparana – Ceará não fresca, hepatopâncreas passou por autólise (a). Amostra de Praia de Meireles – Ceará fresca, tecido bem preservado (b).	23
Figura 11 – Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> durante dissecção evidenciando o coração (seta vermelha).	24
Figura 12 - Tecido do miocárdio de <i>P. laevicauda</i> . Myo – miofibrilas observadas em diferentes seções.	24
Figura 13 – Tecido do miocárdio de <i>P. laevicauda</i> . Myo – miofibrilas; gr – granulócito; cf – fibras conectivas.	25
Figura 14 – Tecido do miocárdio de <i>P. laevicauda</i> . Gr – granulócito.	25
Figura 15 – Coração de <i>P. laevicauda</i> . a) Amostra de Praia de Iparana – Ceará não fresca, coração com coagulação de hemolinfa. b). Amostra de Praia de Meireles – Ceará fresca, tecido bem preservado.	26
Figura 17 – Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> durante dissecção evidenciando tecido muscular (seta vermelha).	27
Figura 18 – Tecido do músculo de <i>P. laevicauda</i> . Corte longitudinal do tecido muscular (A, C, D); Corte transversal do tecido muscular (B).	27
Figura 19 – Seção longitudinal do tecido muscular esquelético de <i>P. laevicauda</i> . N- Núcleo; Str – estrias no músculo.....	28
Figura 20 – Tecido muscular esquelético de <i>P. laevicauda</i> da Praia de Iparana, tecido sem visualização de núcleos (a). Tecido muscular esquelético de <i>P. laevicauda</i> fresca, amostra da Praia do Meireles.	28

Figura 21 – Vista dorsal das gônadas de <i>P. laevicauda</i> durante dissecação (a). Gônada de <i>P. laevicauda</i> (b).	29
Figura 22 – Gônada feminina de <i>P. laevicauda</i> : ovário. Iml – lóbulos imaturos; fcon – tecido conjuntivo fibroso; oog – oogônias; pre – pré-ovócito vitelogênico; n – núcleo do oócito; nu – nucléolo do oócito.	30
Figura 23 – Gônada feminina de <i>P. laevicauda</i> : ovário aproximado. Abc – borda acessória da célula; n – núcleo do oócito; nu – nucléolo do oócito; vova – oócito vitelogênico; pre – pré-ovócito vitelogênico.	30
Figura 24 – Gônada masculina de <i>P. laevicauda</i> evidenciando fase espermatogônia.	31
Figura 25 – Vista dorsal das intestino de <i>P. laevicauda</i> durante dissecação (a). Conteúdo intestinal de <i>P. laevicauda</i> (b).	32
Figura 26 – Intestino de <i>P. laevicauda</i> . Bl – bolo alimentar; Lum – lúmen; ri – reserva de inclusão; setas – membrana peritrópica.	33
Figura 27 – Intestino de <i>P. laevicauda</i> . Epitélio mucoso composto por células colunares simples no intestino da lagosta (setas).	33
Figura 28 – Intestino de <i>P. laevicauda</i> . Cisto do endoparasitas observados no bolo alimentar (seta).	34
Figura 29 – Intestino de <i>P. laevicauda</i> . Alterações observadas no intestino de <i>P. laevicauda</i> de Iparana-CE. Alterações circulares (29-A, B, E, F). Interior do intestino – reservas de inclusão danificadas/ausentes, sem visualização (29- C, D)	35
Figura 30 – Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> evidenciando a glândula antenal (seta).	36
Figura 31 – Glândula antenal de <i>P. laevicauda</i> da Praia do Meireles /CE. Lum – lúmen; Int – interstícios; La – labirintos.	37
Figura 32 – Glândula antenal de <i>P. laevicauda</i> de Meireles/CE. Artefatos originados devido ao corte evidenciados por setas.	37
Figura 33 – Vista dorsal de <i>P. laevicauda</i> evidenciando as brânquias (seta).	38
Figura 34 – Brânquia de <i>P. laevicauda</i> . Lam – lamela; St – haste branquial.	38
Figura 35 – Brânquia de <i>P. laevicauda</i> . Lam – lamela; St – haste branquial; setas: seios hemais ao lado da haste branquial.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos organismos analisados no presente trabalho. 18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	METODOLOGIA	15
3.1	Área de coleta	15
3.2	Amostragem	15
3.3	Análise laboratorial.....	16
3.4	Organismos analisados	18
4	RESULTADOS.....	20
4.2	Hepatopâncreas.....	20
4.2.1	<i>Alterações histológicas observadas no hepatopâncreas</i>	23
4.3	Coração.....	23
4.3.1	<i>Alterações histológicas no coração</i>	26
4.4	Músculo	26
4.4.1	<i>Alterações histológicas observadas no músculo</i>	28
4.5	Gônadas	29
4.6	Intestino	32
4.6.1	<i>Alterações histológicas observadas no intestino</i>	34
4.7	Glândula Antenal.....	36
4.8	Brânquias	38
5	DISCUSSÃO.....	39
5.1	Hepatopâncreas.....	39
5.2	Coração.....	40
5.3	Músculo	40
5.4	Gônadas	40
5.5	Intestino	41
5.6	Glândula antenal	41
5.7	Brânquias	42
6	CONCLUSÕES.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A atividade pesqueira tem importante papel econômico na nutrição mundial, uma vez que a proteína de origem marinha é cada vez mais utilizada como uma alternativa viável para garantir a segurança alimentar em nível global (ASCHE *et al.*, 2015). Além de servir como fonte nutricional, a mesma gera renda e subsistência para as mais diversas comunidades litorâneas e ribeirinhas ligadas diretamente ou não à pesca artesanal, tornando a pesca um aspecto forte de influência social (FAO, 2016).

Segundo Santos (2010) a lagosta verde (*Panulirus laeviscauda*) possui uma vasta área de ocupação na zona tropical, ela ocorre no Caribe e em Cuba, chegando até o Estado da Bahia no Brasil. Santos (2010) afirma também que é no Ceará que ocorre a maior exploração da espécie no país, uma vez que o estado exporta lagosta para diversas regiões. Na costa cearense apenas as espécies *Panulirus argus* (Lagosta Vermelha) e *P. laeviscauda* (Lagosta Verde) apresentam importância econômica, constituindo os desembarques de lagostas, com a predominância de *P. argus* (PAIVA, 1995).

Atualmente, existem diversas lacunas sobre aspectos biológicos de *P. laeviscauda*, principalmente acerca de patologias que acometem estes organismos no que se diz respeito às populações naturais. A maior parte dos estudos estão focadas na captura, ciclo de vida da espécie e na dieta para cultivo da mesma focando em juvenis (OLIVEIRA, 2018; DUARTE *et al.*, 2011; IGARASHI & KOBAYASHI, 1997).

Quanto às patologias comuns em crustáceos, trabalhos como de Flegel (2012) e Bonami & Zangui (2011) comprovam que elas podem acometer não só o camarão marinho, mas também as lagostas. Estas juntamente com o camarão são proteínas extremamente utilizadas no consumo humano. Atualmente, duas patologias se destacam para as lagostas como a *Panulirus argus* Vírus 1 (PaV1) e a Síndrome da Mancha Branca (WSSV).

O PaV1 tem efeitos de tornar os organismos infectados letárgicos e incapazes de escapar dos predadores. Butler *et al.* (2008) afirma que esta é uma infecção que atinge apenas as lagostas vermelhas e se demonstrou letal para os juvenis criados em sistemas fechados de aquicultura. Ele pode ser transmitido para as lagostas juvenis por três formas: via inoculação, contato com outras lagostas infectadas ou ingestão de tecido contaminado (BUTLER *et al.* 2008).

A Síndrome da Mancha Branca (WSSV) já foi identificada em espécies diferentes do gênero *Panulirus* (SHIELDS, 2011). Esse vírus embora não tenha sido encontrado em espécies de lagosta que estavam em ambiente natural (ROSS *et al.* 2019), foi responsável pela dizimação de diversas fazendas de camarão pelo mundo, sendo letal para a maioria dos animais infectados

(FLEGEL, 2012). Os testes realizados com WSSV em *P. argus* via injeção intramuscular mostram que sua mortalidade pode chegar a 88% quatro semanas após a inoculação (ROSS *et al.* 2019). Outras doenças que afetam as lagostas são citadas por Stewart (1984) como Doença da Concha Epizoótica (ESD) e Gaffkaemia que são doenças bacterianas; e infecções causadas por fungos (*Fusarium* sp.; *Haliphthoros milfordensis* e *Lagenidium* sp.).

Por fim, para a realização de análise e acompanhamento de enfermidades em geral, faz-se necessária a análise histopatológica, pois trata-se de uma das metodologias mais utilizadas nesse caso. No caso da espécie *P. laevicauda* há pouco material de referência com tecidos de organismos saudáveis, o que acaba representando uma lacuna importante a respeito da biologia destes organismos (ROSS *et al.* 2019). Levando em consideração todo esse contexto, a proposta do presente trabalho é utilizar os métodos da histologia clássica para descrever e caracterizar brânquias, hepatopâncreas, coração, glândula antenal, gônadas, intestino, estômago e tecido muscular da lagosta *P. laevicauda* em boas condições de saúde. Para atingir tal objetivo, amostragens aos pescadores da Praia de Iparana e Praia de Meireles no Ceará. Por fim, este trabalho estabelece um padrão de referência para utilização em análises histopatológicas da espécie *P. laevicauda* e do gênero *Panulirus* em geral.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Produzir um guia histológico (material descritivo) dos tecidos saudáveis da Lagosta Verde – *Panulirus laevicauda* e compará-los com tecidos não frescos.

2.2 Objetivos específicos

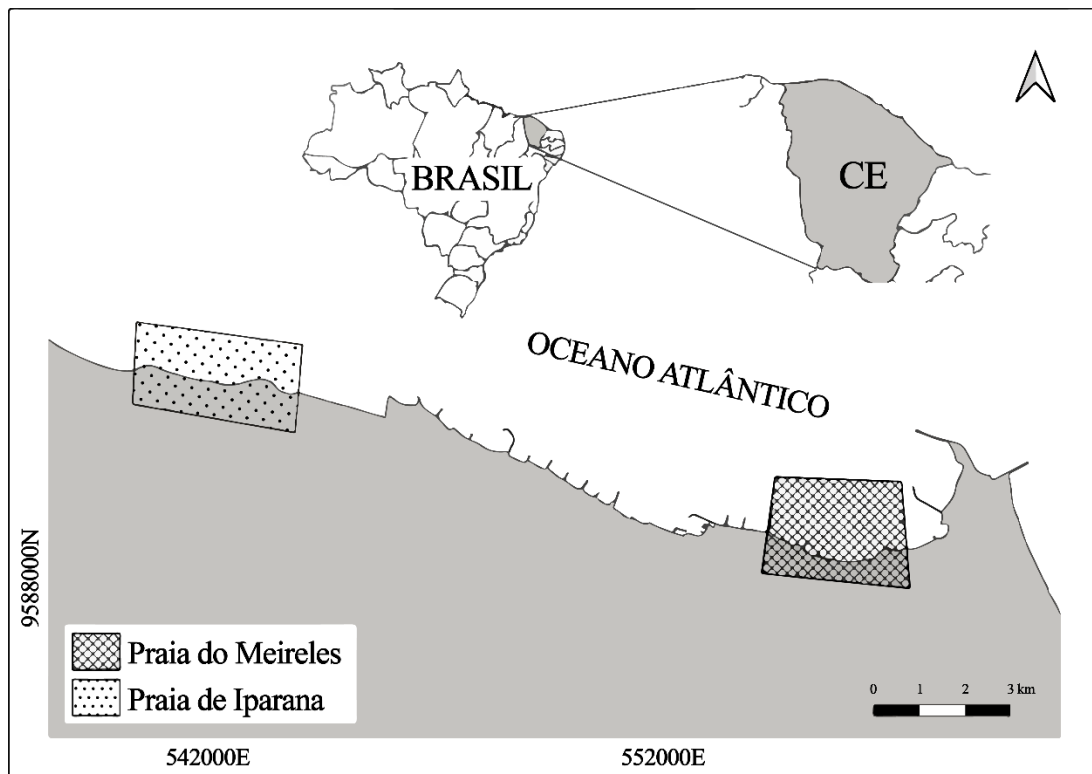
- Coletar animais saudáveis junto à indústria pesqueira e portos de desembarque pesqueiro;
- Fixar e analisar brânquias, hepatopâncreas, coração, glândula antenal, intestino, gônadas e tecido muscular de organismos da espécie estudada;
- Produzir imagens de alta qualidade e descrições detalhadas de todos os tecidos analisados.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de coleta

As coletas de *P. laevicauda* foram realizadas em duas praias do Ceará: Praia de Iparana, localizada ao oeste de Fortaleza e na Praia do Meireles, localizada na capital. A primeira coleta ocorreu em junho de 2021 e a segunda foi realizada em setembro de 2021 (figura 1).

Figura 1 – Mapa da localização das coletas de *P. laevicauda* no Ceará, Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora e Monique Torres Queiros.

3.2 Amostragem

Na primeira coleta, realizada em junho de 2021, apenas uma lagosta macho foi utilizada para amostragem. Na semana de sua coleta, pescadores da região de Iparana (CE) relataram a existência de algumas lagostas do gênero *Panulirus* letárgicas próximo a poças de marés após um evento de mancha escura na praia, estes tecidos fizeram parte do comparativo com os tecidos histológicos saudáveis. Logo a equipe do Laboratório CEDECAM (LABOMAR/UFC) foi ao local para realizar coleta das mesmas que ficaram alguns dias no freezer esperando a coleta ocorrer.

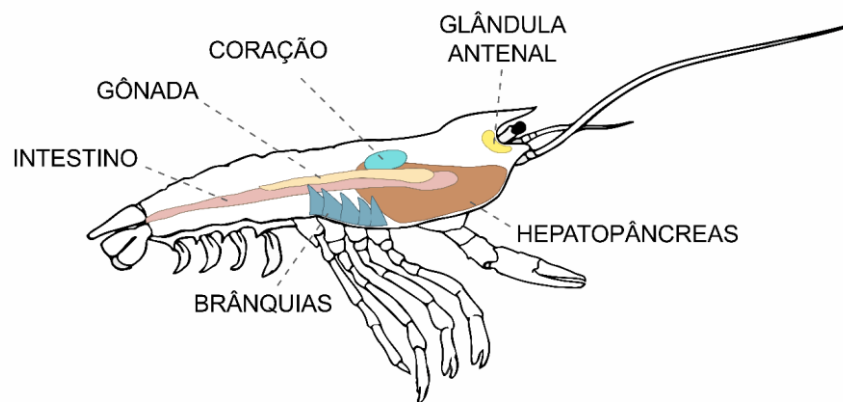
A segunda coleta ocorreu em setembro de 2021 e foi realizada com a compra direta com pescadores da região da Praia do Meireles. Duas lagostas foram coletadas, sendo um macho e

uma fêmea ambas saudáveis e recém-pescadas. Sendo assim, foram totalizadas 3 lagostas, dois machos e uma fêmea para o presente estudo.

3.3 Análise laboratorial

O processo de análise histológica é dividido em etapas: coleta e fixação do material, processamento histológico, preparo das lâminas e observação no microscópio do material. Os órgãos analisados neste trabalho estão evidenciados na figura 2 abaixo.

Figura 2 – Órgãos analisados de *P. laevicauda* no presente estudo.



Fonte: Elaborado pela autora e Bernardo Castro Diniz.

A fim de insensibilizar os organismos que permaneciam vivos, foi seguida a metodologia de Leary *et al.* (2013) e Reilly (2001) que indica a imersão em gelo por aproximadamente 20 minutos. Para a lagosta de Iparana – que não se tratava de uma amostra fresca – foi seguido o protocolo de armazenamento no freezer para preservar os órgãos e retardar processos de decomposição.

Em seguida, foi realizada a dissecação dos seguintes tecidos: hepatopâncreas, coração, músculo, intestino, gônadas, glândula antenal e brânquias. Estes foram armazenados em histocassetes e submersos em solução de Davidson AFA's (11,5% de ácido acético, 22% de formalina e 33% de etanol) pelo período de 24 horas. Após esse período, os histocassetes foram retirados da solução e imersos em álcool 70% para o processamento dos tecidos.

O processamento foi iniciado por banhos de imersão no processador automático LUPETEC PT05 durante o período de 1 hora em uma série alcoólica de 70%, 80%, 95% e 100%, diafanizados em xilol e infiltrados em parafina. Esta série de banho em álcool tem como objetivo desidratar os tecidos. Feito isso, os tecidos foram emblocados, sendo retirados do histocassete e posicionados em um molde para adição da parafina com o auxílio do emblocador

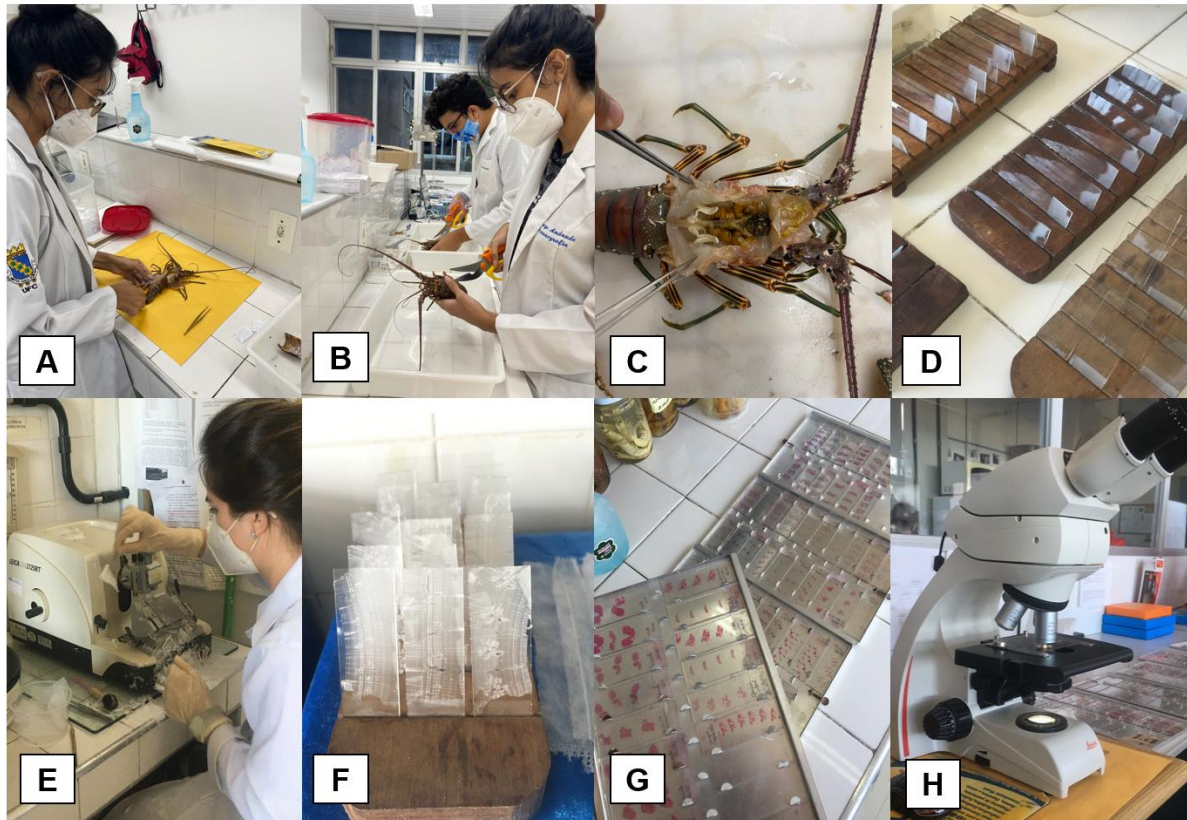
HESTION TEC 2800. Os blocos foram solidificados sobre uma placa fria. A realização dos cortes histológicos ocorreu após 24 horas deste procedimento.

Os cortes possuíram uma espessura de 5µm e foram realizados em um micrótomo LEICA MR2125RT. Estes cortes ficaram sobre água pré-aquecida a 40°C, com o objetivo de evitar dobraduras no corte dos tecidos analisados.

Após 24 horas, foi realizada a coloração das lâminas por Hematoxilina e Eosina (H&E) de acordo com Bell e Lightner (1998), seguindo o protocolo de três banhos no xilol por 5 minutos cada. Feito isso, foram realizados dois banhos em álcool absoluto por 3 minutos cada e 20 mergulhos em álcool 95%. Em seguida, fez-se 20 mergulhos em álcool 80%, 10 mergulhos em álcool 50% e cinco lavagens em água destilada. Após esta sequência, o material foi banhado em hematoxilina por 3 minutos e depois em água corrente por 3 minutos também. O banho de eosina ocorre após esse procedimento, ocorrendo em três mergulhos. A segunda etapa ocorre com 30 mergulhos em álcool 95%, em seguida 30 mergulhos em álcool absoluto e 30 mergulhos em xilol. Foi adicionado gotas de Entellan® (Merck, Milipre) para auxiliar no processo de fixação das lamínulas junto as lâminas.

Por fim, foi realizada a análise das lâminas em um microscópio de luz DM 500 (LEICA), equipado com uma câmera para documentação digital pelo software LAS EZ (LEICA), onde foram observados os tecidos e suas principais estruturas para descrição. Para a realização dessas análises, os trabalhos de Ross *et al.* (2019), Shields & Boyd (2014) e Atherley *et al.* (2020) foram utilizados para o embasamento teórico.

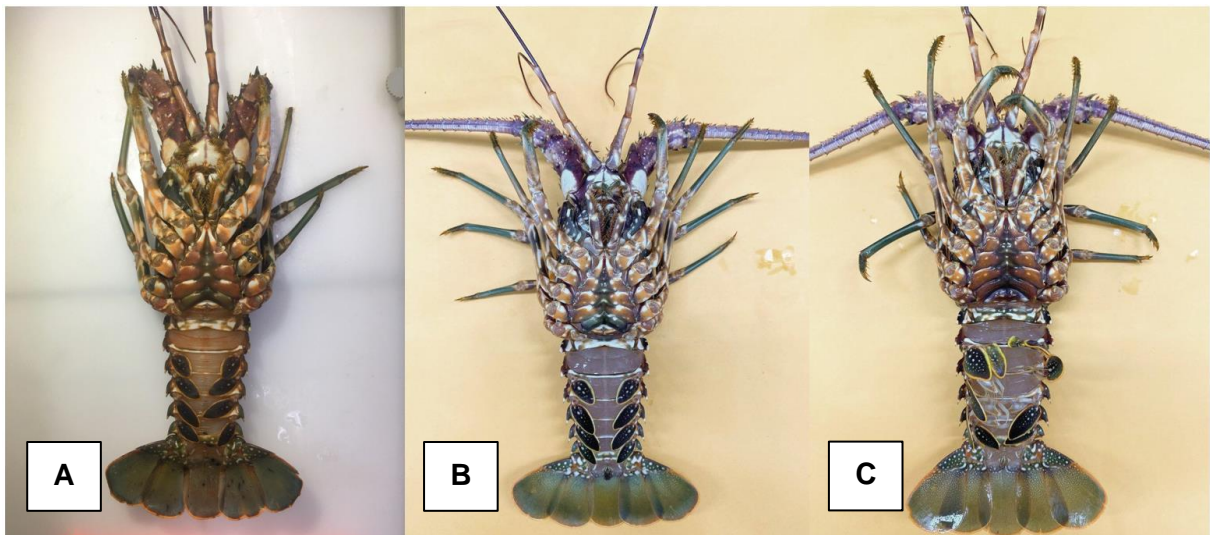
Figura 3 – Processo laboratorial. Dissecação de *P. laevicauda* (a-b); Vista dorsal de *P. laevicauda* durante processo de dissecação (c); Lâminas com Entellan® (d); Processo de corte histológico e seu resultado (e-f); Lâminas coradas (g); microscópio de luz microscópio de luz DM 500 (LEICA) (h).



Fonte: a Autora (2021).

3.4 Organismos analisados

Figura 4 – Amostra de *P. laevicauda* macho da Praia de Iparana – Ceará (a). Amostras de *P. laevicauda* macho e fêmea, respectivamente, da Praia de Meireles – Ceará (b-c).



Fonte: a Autora (2021).

A primeira amostragem das lagostas ocorreu na Praia de Iparana, Caucaia – Ceará, duas lagostas do gênero *Panulirus* foram coletadas, sendo um macho e uma fêmea. Apenas o macho foi utilizado no presente trabalho por ser o único representante de *P. laevicauda*.

Desse modo, foram amostrados dois machos de 145mm e 120mm de comprimento total, respectivamente, e uma fêmea de 129mm de comprimento total (tabela 1). Resultando três espécimes de *P. laevicauda* coletados na costa cearense (figura 4). Todas essas lagostas estavam abaixo do tamanho permitido para captura segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Estabelecimento (2021).

Tabela 1 – Características dos organismos analisados no presente trabalho.

Lagosta	Sexo	Comprimento do Cefalotórax	Comprimento da Cauda	Comprimento Total
A	Macho	52mm	93mm	145mm
B	Macho	44,4mm	75,6mm	120mm
C	Fêmea	50mm	79mm	129mm

Fonte: a Autora (2021).

4 RESULTADOS

4.2 Hepatopâncreas

O primeiro tecido a ser analisado foi o hepatopâncreas, este órgão é composto por uma massa de túbulos individuais (Figura 5) conectados através de dutos de absorção comuns à glândula do intestino médio (SHIELDS & BOYD, 2014). O hepatopâncreas, também conhecido como glândula do intestino médio, está envolvido em uma variedade de processos celulares como digestão, metabolismo, desintoxicação, armazenamento de compostos orgânicos e inorgânicos e nutrientes absorção (Factor, 1995).

Figura 5 – Vista dorsal de *P. laevicauda* durante dissecação, evidenciando o hepatopâncreas (seta vermelha).



Fonte: arquivo pessoal.

Este órgão é composto por diversas células, as chamadas Células-B (*B-cells*) são as mais observadas nas lâminas, estas são secretoras e se encontram no túbulo hepatopancreático (Shields & Boyd, 2014). Elas possuem característica halocrina, isto é, elas funcionam como glândulas que expelem algum tipo de secreção final. Ademais, temos o seio hemal (*Hemal Sinus*) que é bem observado na histologia, este espaço nada mais é do que um tecido conjuntivo de preenchimento. Temos ilustrados nas figuras 7 e 8 os fagócitos fixos, eles atuam removendo os patógenos dos túbulos hepatopancreáticos (SHIELDS & BOYD, 2014). Além disso, segundo Shields (2014) eles se encontram sempre em torno de uma arteríola que são ramos finais do sistema arterial de um sistema (Figura 9 – seta vermelha).

Figura 6 – Tecido hepatopâncreas de *P. laevicauda*. Xt = corte transversal dos túbulos; lt = corte longitudinal dos túbulos.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 7 – Tecido do hepatopâncreas de *P. laevicauda*. Bc – célula b; HS – Seio hemal; ff – fagócito fixo



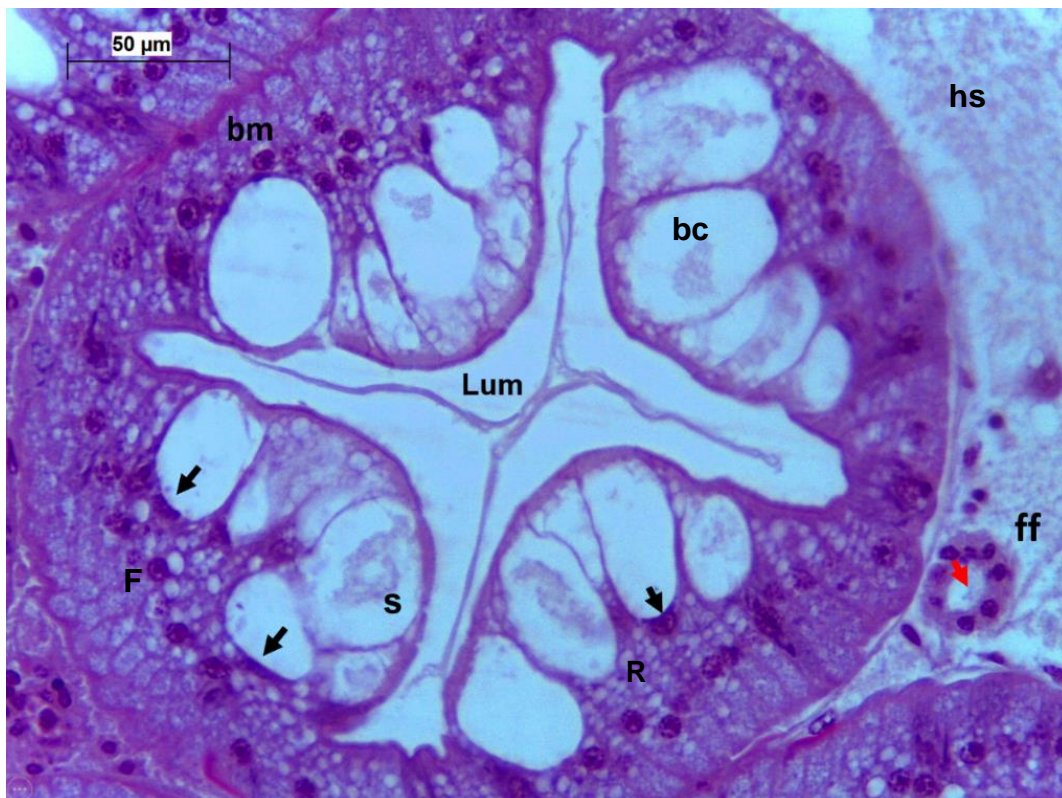
Fonte: A Autora (2021).

Figura 8 - Hepatopâncreas de *P. laevicauda*. E - Célula-E; B - Célula-B; ff – fagócito fixo.



Fonte: a Autora (2021)

Figura 9 – Túbulo do hepatopâncreas de *P. laevicauda*. bc – Célula B; Lum – lúmem; bm – membrana basal; s – seção da célula B; setas pretas – núcleo da célula que é aproximado à zona periférica da célula; F – Célula-F; R – Célula-R hs – seio hemal; ff – fagócito fixo; seta vermelha – seio sanguíneo.



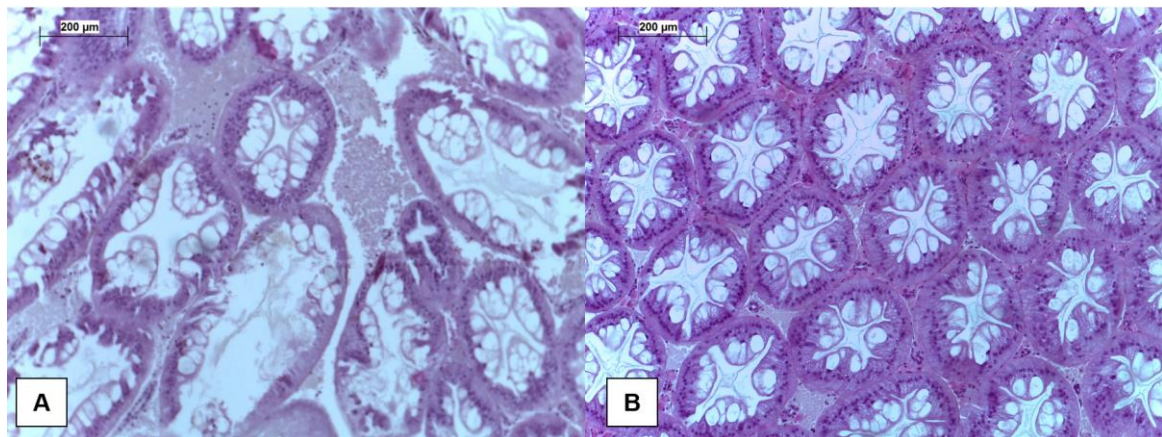
Fonte: a Autora (2021).

Células essenciais para o funcionamento do sistema digestivo foram observadas na Figura 9 acima, estas são as Células-E (embrionárias), Células-B (semelhantes a bolhas), Células-F (fibrilares) e Células-R (reabsortivas) (ROSS *et al.* 2019). A principal diferença entre elas é quanto ao grau de maturidade, como o próprio nome diz as células embrionárias são as imaturas e as demais são todas maduras. Ainda no trabalho de Ross *et al.* (2010) afirma-se que a função das Células-B é referente a liberação de enzimas, as Células-R atuam na função de absorção de nutrientes e as Células-F sintetizam as enzimas digestivas.

4.2.1 Alterações histológicas observadas no hepatopâncreas

Nas amostras do hepatopâncreas, foi nítida a diferença de uma amostra fresca e a outra recebida coletada com dias de refrigeração (Figura 10), sendo essas diferenças evidenciadas principalmente na desintegração das Células-B que ocorreu na amostra que foi congelada e uma maior preservação na amostragem realizada imediatamente.

Figura 10 – Hepatopâncreas de *P. laevicauda*. Amostra de Praia de Iparana – Ceará não fresca, hepatopâncreas passou por autólise (a). Amostra de Praia de Meireles – Ceará fresca, tecido bem preservado (b).



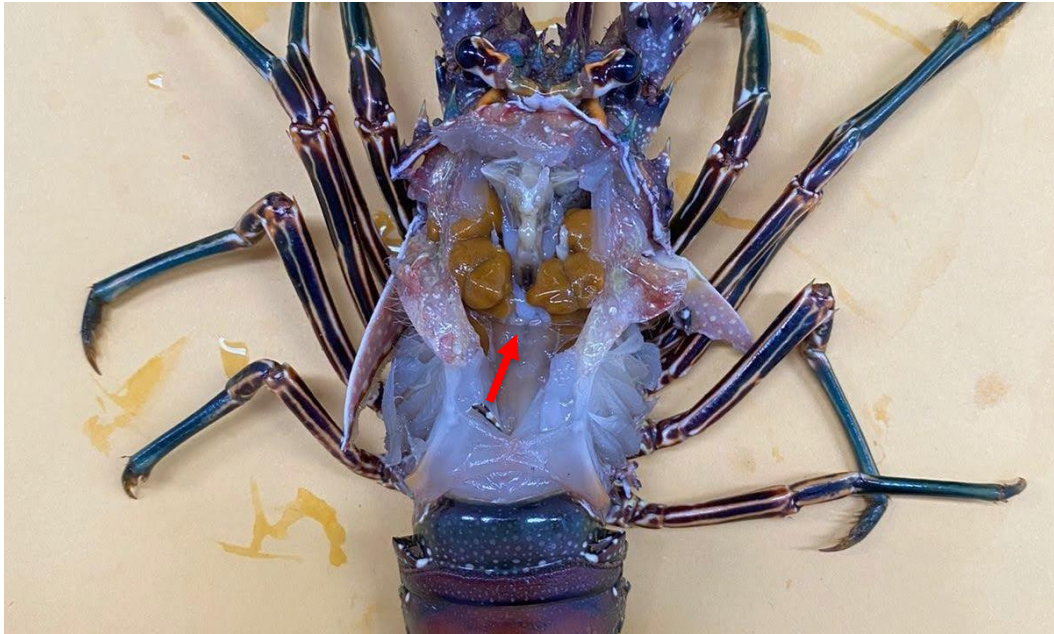
Fonte: a Autora (2021).

4.3 Coração

O coração é composto pelo pericárdio e miocárdio (SHIELDS & BOYD, 2014). No entanto, no presente trabalho não conseguimos registro do pericárdio nas lâminas. O órgão está evidenciado por uma massa branca na figura 11.

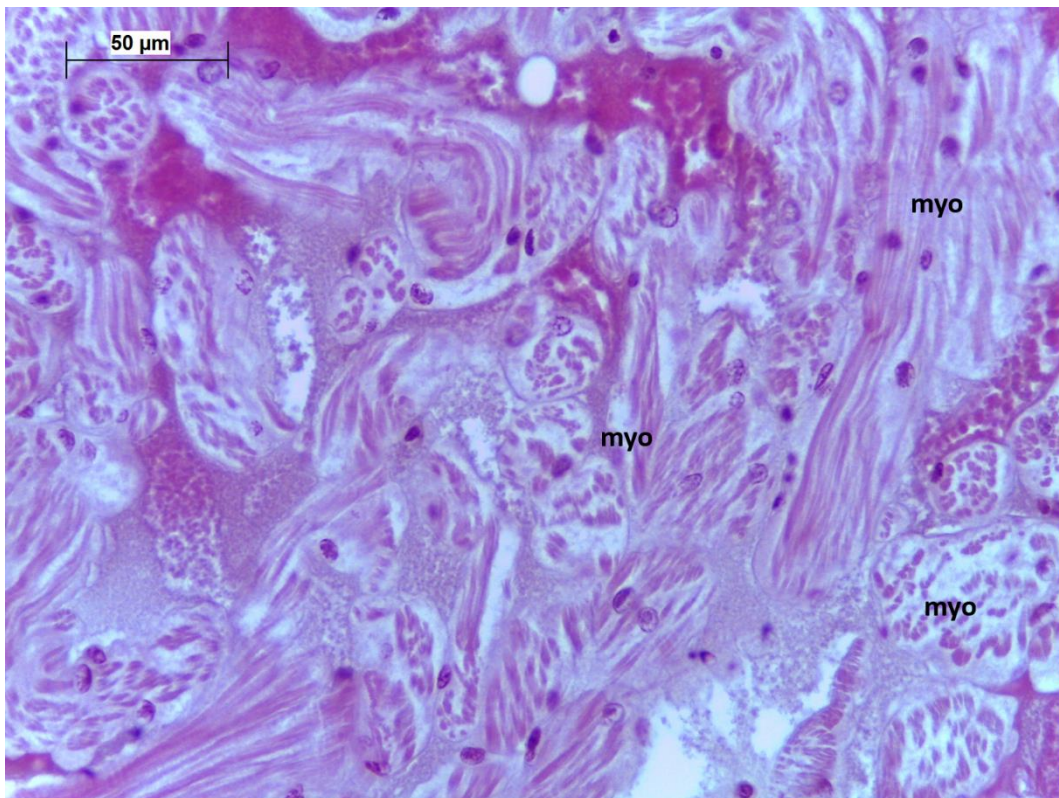
Nas lâminas, pode-se observar nitidamente algumas das estruturas que compõe o tecido do músculo cardíaco estriado. O miocárdio foi bem preservado durante a coleta de tecido e observa-se nitidamente estruturas como as fibras do coração – miofibrilas, fibras conectivas (figura 12 e 13) e em uma das lâminas tem-se nitidamente um granulócito – célula responsável pela defesa do organismo (figura 14).

Figura 11 – Vista dorsal de *P. laevicauda* durante dissecação evidenciando o coração (seta vermelha).



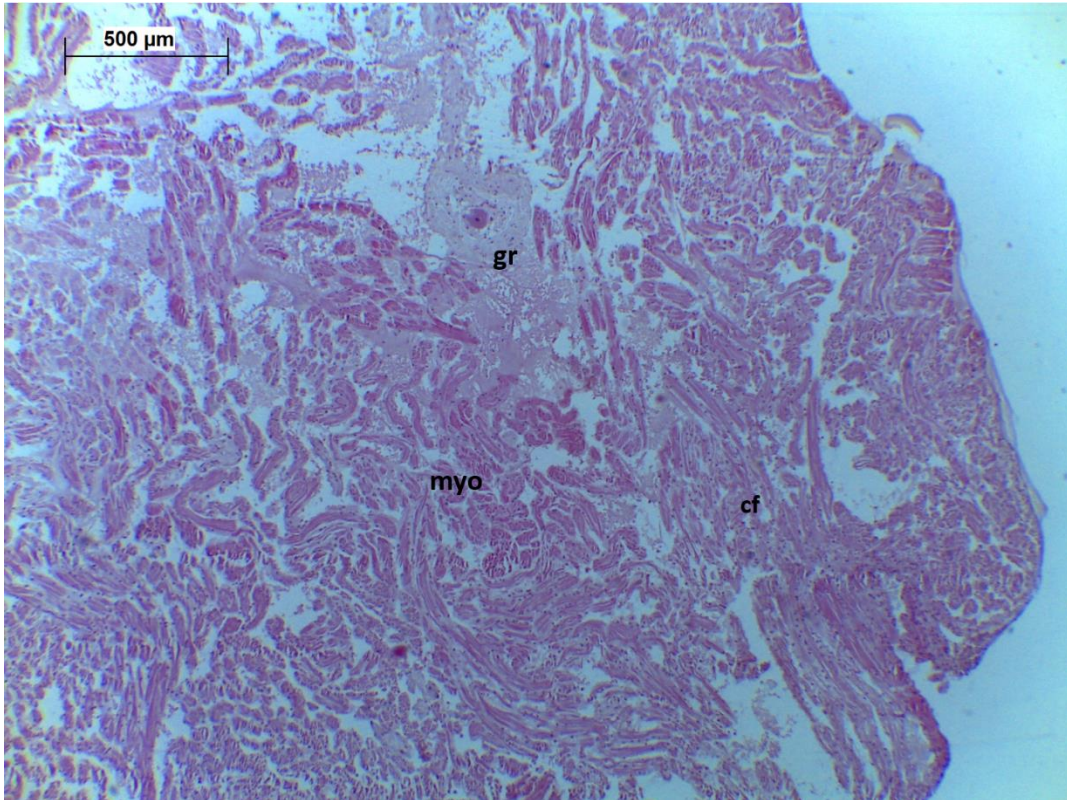
Fonte: arquivo pessoal.

Figura 12 - Tecido do miocárdio de *P. laevicauda*. Myo – miofibrilas observadas em diferentes seções.



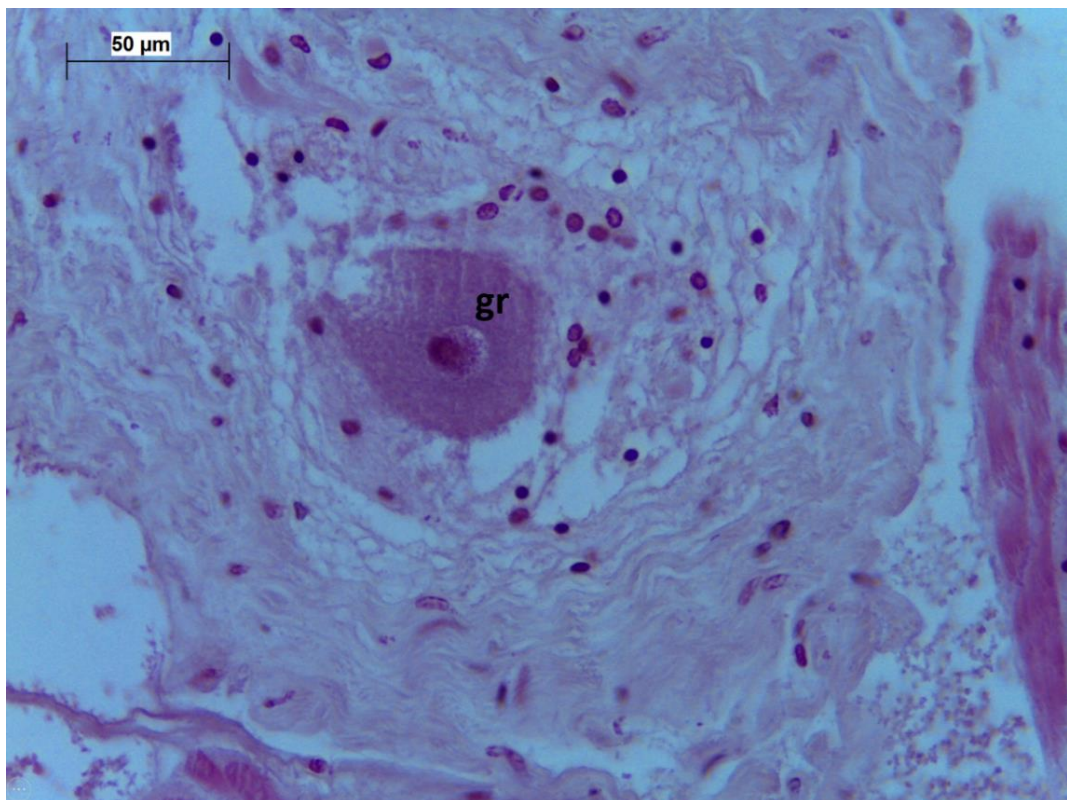
. Fonte: a Autora (2021).

Figura 13 – Tecido do miocárdio de *P. laevicauda*. Myo – miofibrilas; gr – granulócito; cf – fibras conectivas.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 14 – Tecido do miocárdio de *P. laevicauda*. Gr – granulócito.

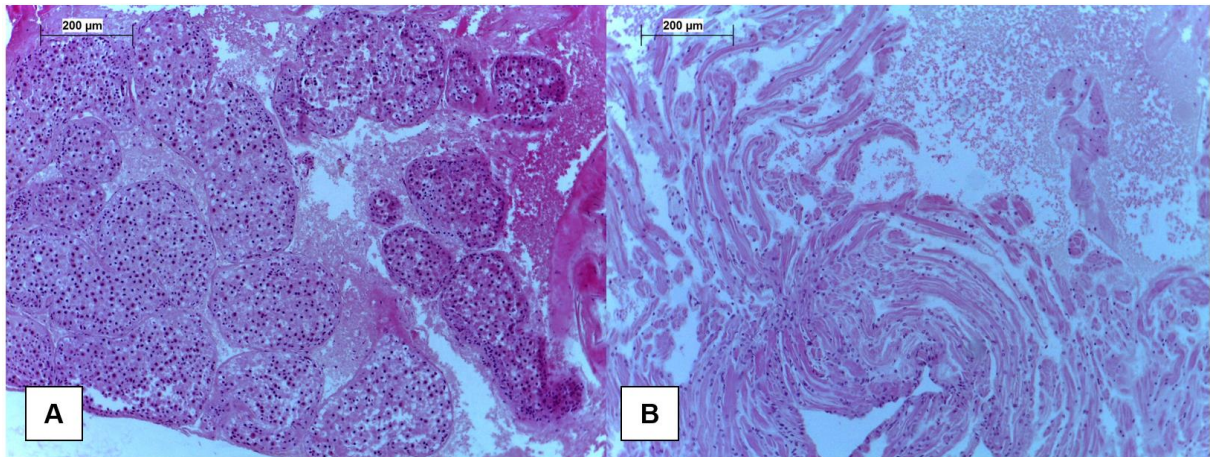


Fonte: a Autora (2021).

4.3.1 Alterações histológicas no coração

Nesse órgão, foram observadas diferenças no tecido não fresco e no tecido fresco (figura 15). Ao que tudo indica a amostra não fresca apresenta uma coagulação de hemolinfa, formando os “grumos celulares” observados.

Figura 15 – Coração de *P. laevicauda*. a) Amostra de Praia de Iparana – Ceará não fresca, coração com coagulação de hemolinfa. b). Amostra de Praia de Meireles – Ceará fresca, tecido bem preservado.



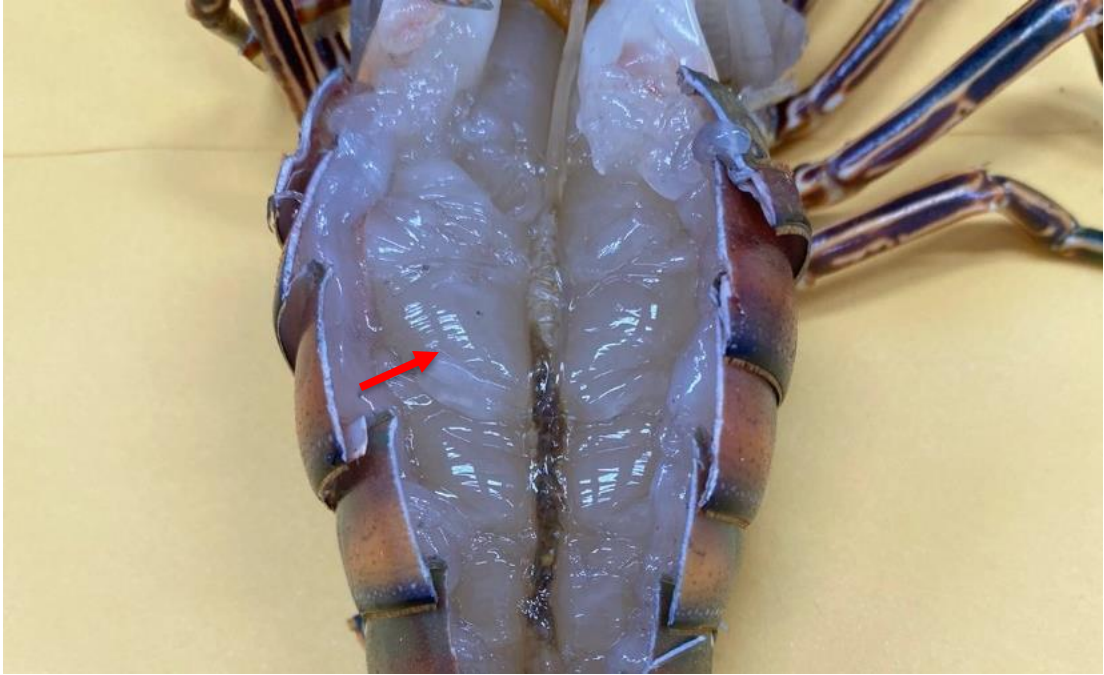
Fonte: a Autora (2021).

4.4 Músculo

O tecido muscular (figura 17) é de extrema importância tanto comercial – por ser a parte utilizada na alimentação humana; como também para o funcionamento do organismo, uma vez que ele funciona como tecido primário envolvido na locomoção, no movimento dos apêndices, no peristaltismo e no movimento da hemolinfa, além de fornecer suporte para o corpo do animal (ROSS *et al.*, 2019).

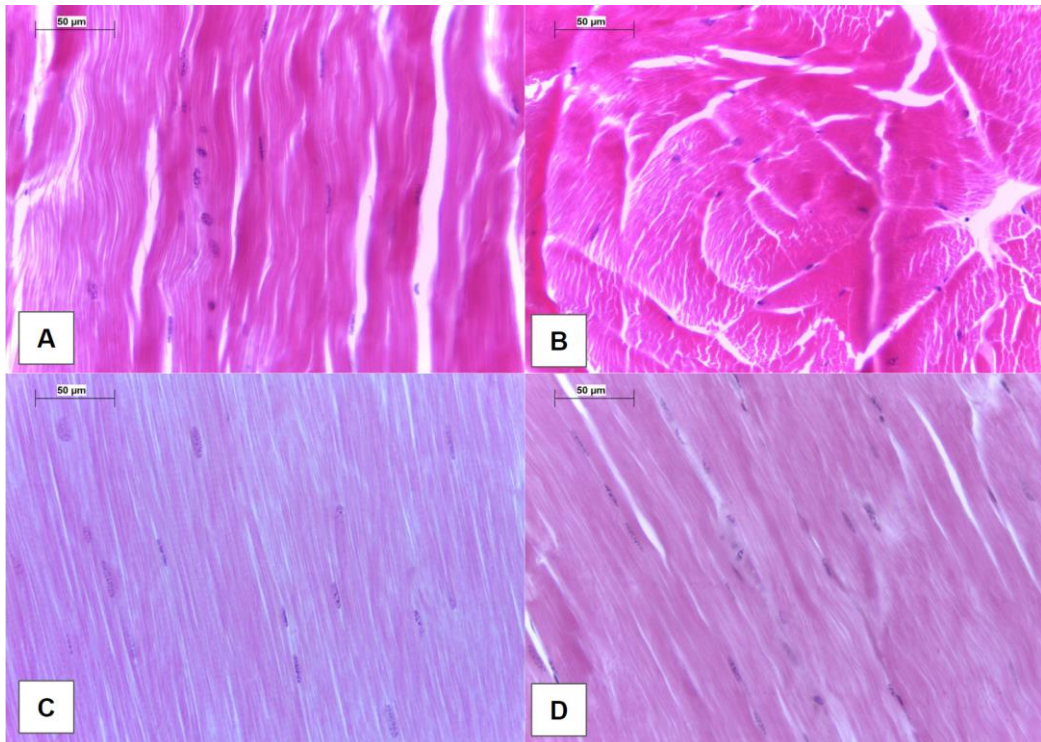
São evidenciadas estruturas observadas nas figuras 18 e 19 através de cortes longitudinais e transversais do tecido para confecção das lâminas, evidenciando desse modo o núcleo celular e as estrias no músculo.

Figura 16 – Vista dorsal de *P. laevicauda* durante dissecação evidenciando tecido muscular (seta vermelha).



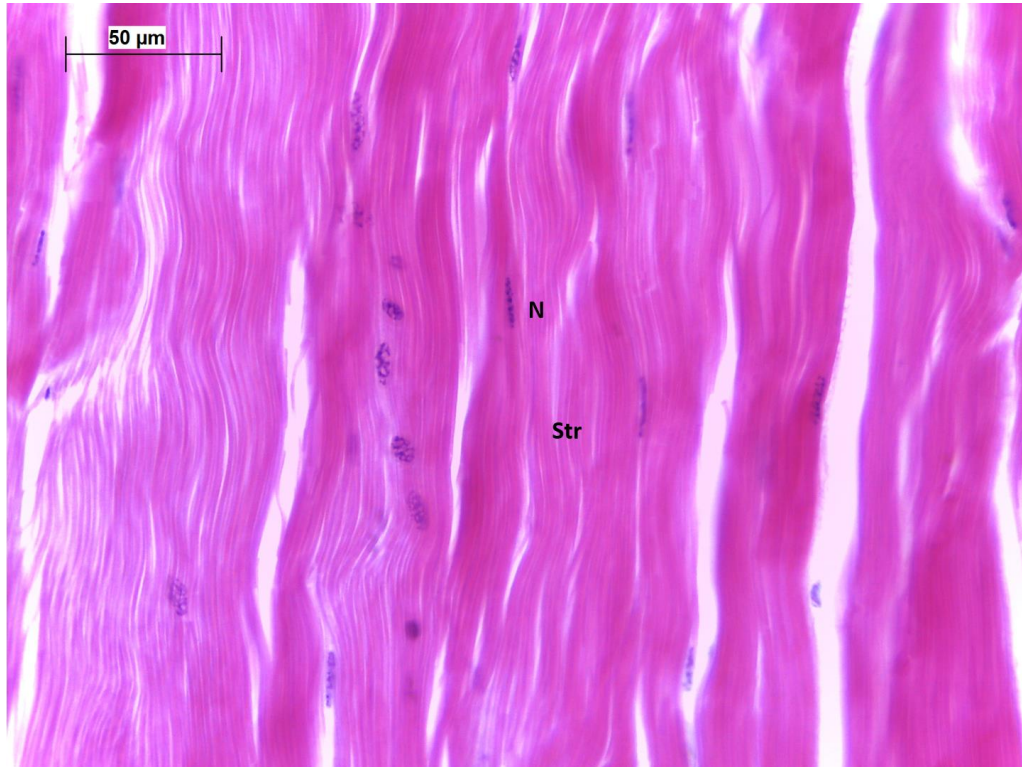
Fonte: arquivo pessoal.

Figura 17 – Tecido do músculo de *P. laevicauda*. Corte longitudinal do tecido muscular (A, C, D); Corte transversal do tecido muscular (B).



Fonte: a Autora (2021).

Figura 18 – Seção longitudinal do tecido muscular esquelético de *P. laevicauda*. N- Núcleo; Str – estrias no músculo.

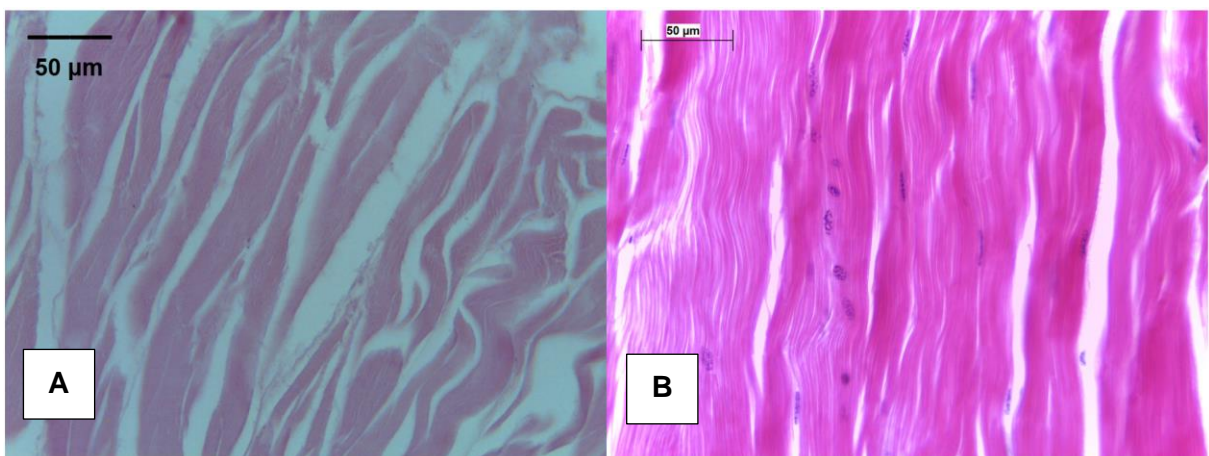


Fonte: a Autora (2021).

4.4.1 Alterações histológicas observadas no músculo

A principal diferença entre as lâminas feitas com lagostas frescas e não frescas foram a não visualização dos núcleos nas lâminas (Figura 20-a).

Figura 19 – Tecido muscular esquelético de *P. laevicauda* da Praia de Iparana, tecido sem visualização de núcleos (a). Tecido muscular esquelético de *P. laevicauda* fresca, amostra da Praia do Meireles (b).



Fonte: a Autora (2021).

4.5 Gônadas

As lagostas do presente estudo eram todas imaturas. Gônadas imaturas, segundo Pinheiro *et al.* (2014), são caracterizadas em escala macroscópica pela cor branca acastanhada com superfície lisa e com baixo peso, volume e tamanho – essas características são visualizadas na figura 21-b.

A gônada feminina é composta por um epitélio que faz a função de revesti-la juntamente a uma camada de tecido conjuntiva que faz esse revestimento na parte interna, no seu interior situam-se as células germinativas nas suas diferentes fases (ALVES & TOME, 1996). O aspecto histológico do órgão se dá principalmente pelo seu grau de maturidade. As gônadas masculinas são revestidas por um tecido epitelial na camada externa e tecido conjuntivo na parte interna, assim como no caso das fêmeas (ALVES & TOME, 1996). Na parte interna, estão as espermatogônias próximas à zona periférica do órgão, geralmente as células em fase de maturação inicial ficam situadas ao centro (ALVES & TOME, 1996).

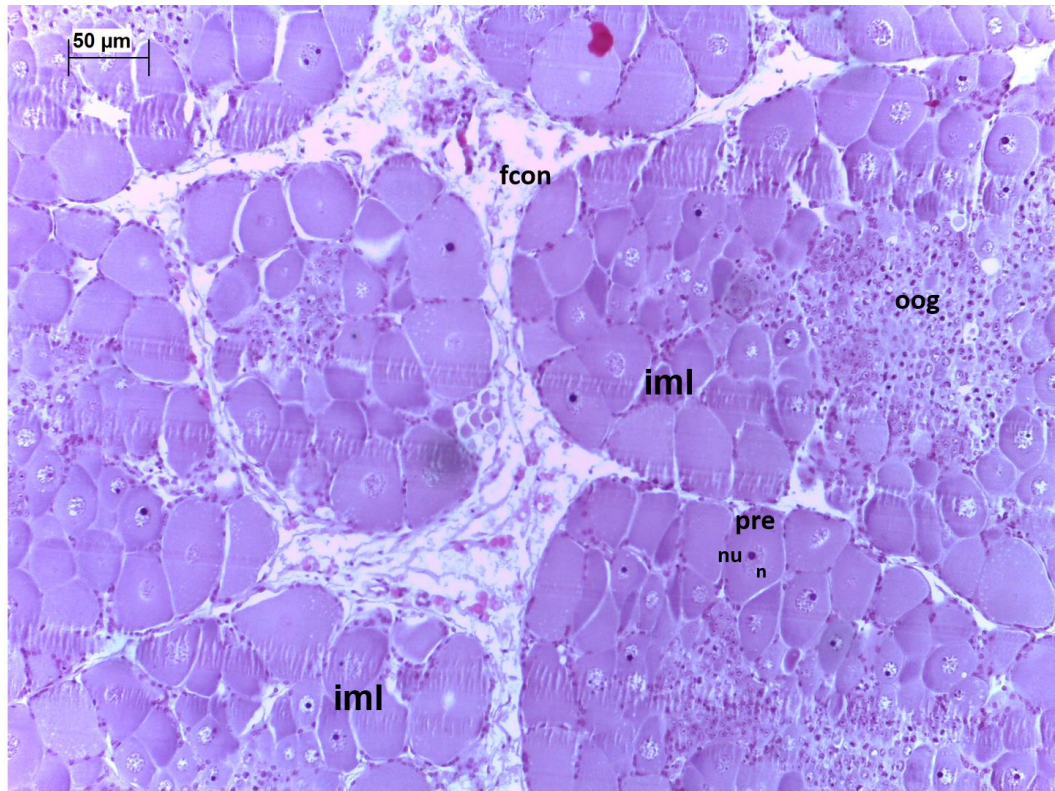
Nas lâminas das gônadas femininas pode-se observar diversas estruturas como lóbulos imaturos, oogônias e pré-oócito vitelogênico que caracteriza gônada feminina imatura, núcleo e nucléolo do oócito, borda acessória da célula e tecido conjuntivo fibroso (Figura 22 e 23). Na lâmina da gônada masculina, foi possível observar a fase espermatogônica nitidamente evidenciando gônadas masculinas em estágio imaturo (Figura 24).

Figura 20 – Vista dorsal das gônadas de *P. laevicauda* durante dissecação (a). Gônada de *P. laevicauda* (b).



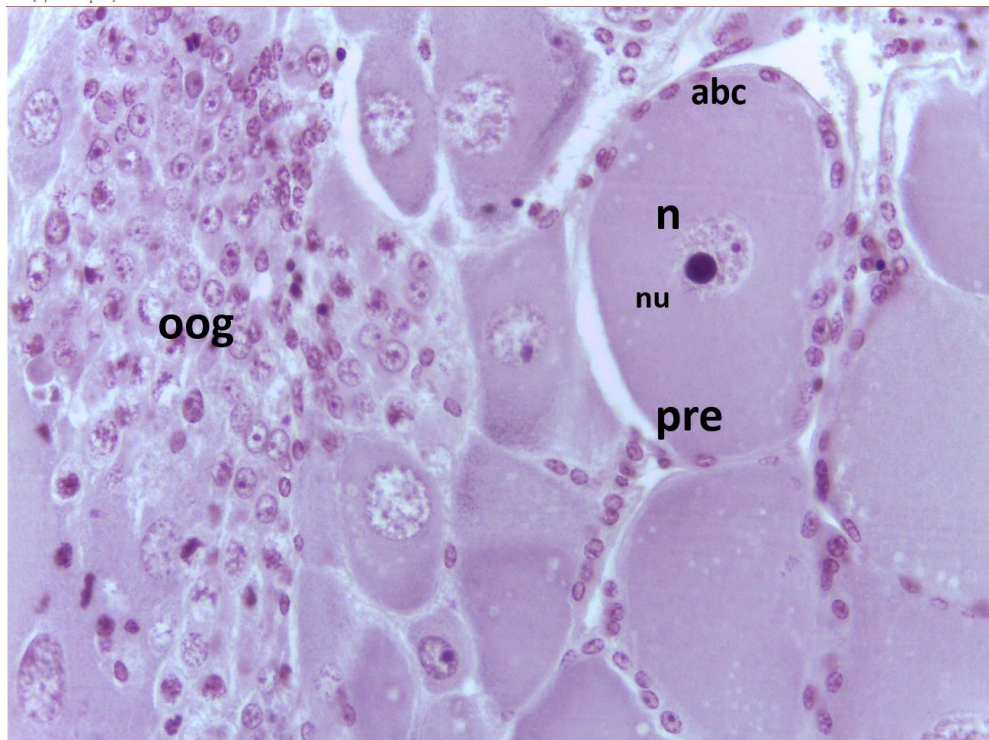
Fonte: arquivo pessoal.

Figura 21 – Gônada feminina de *P. laevicauda*: ovário. Iml – lóbulos imaturos; fcon – tecido conjuntivo fibroso; oog – oogônias; pre – pré-ovócito vitelogênico; n – núcleo do oócito; nu – nucléolo do oócito.



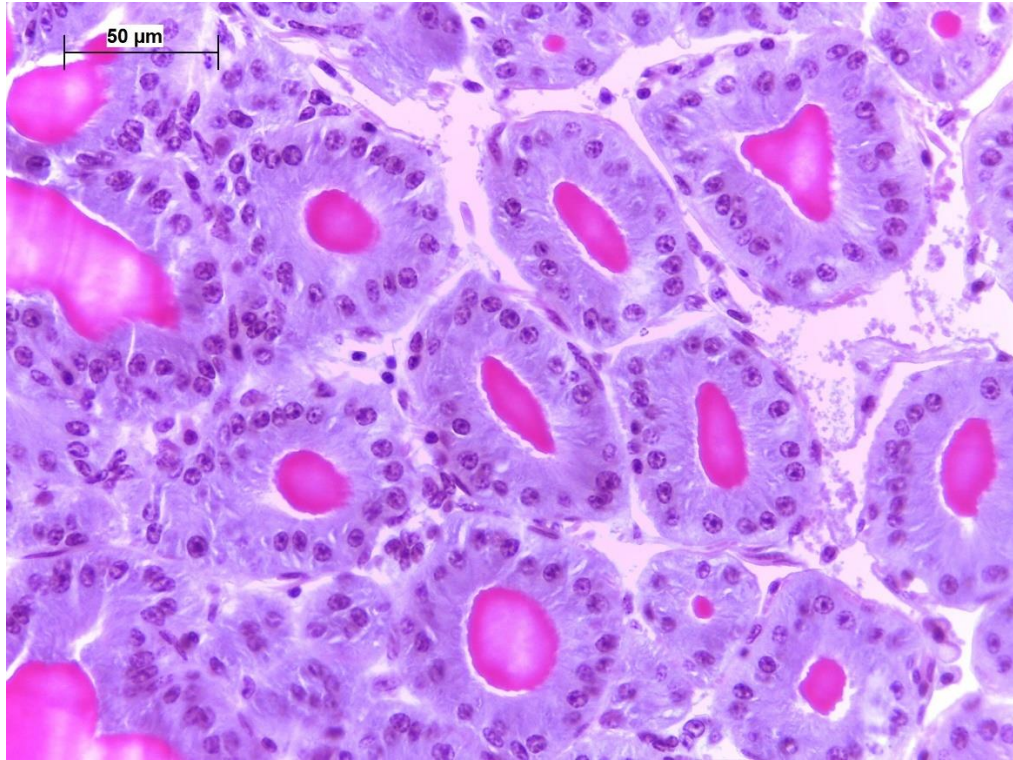
Fonte: a Autora (2021).

Figura 22 – Gônada feminina de *P. laevicauda*: ovário aproximado. abc – borda acessória da célula; n – núcleo do oócito; nu – nucléolo do oócito; vova – oócito vitelogênico; pre – pré-oócito vitelogênico.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 23 – Gônada masculina de *P. laevicauda* evidenciando fase espermatogônia.

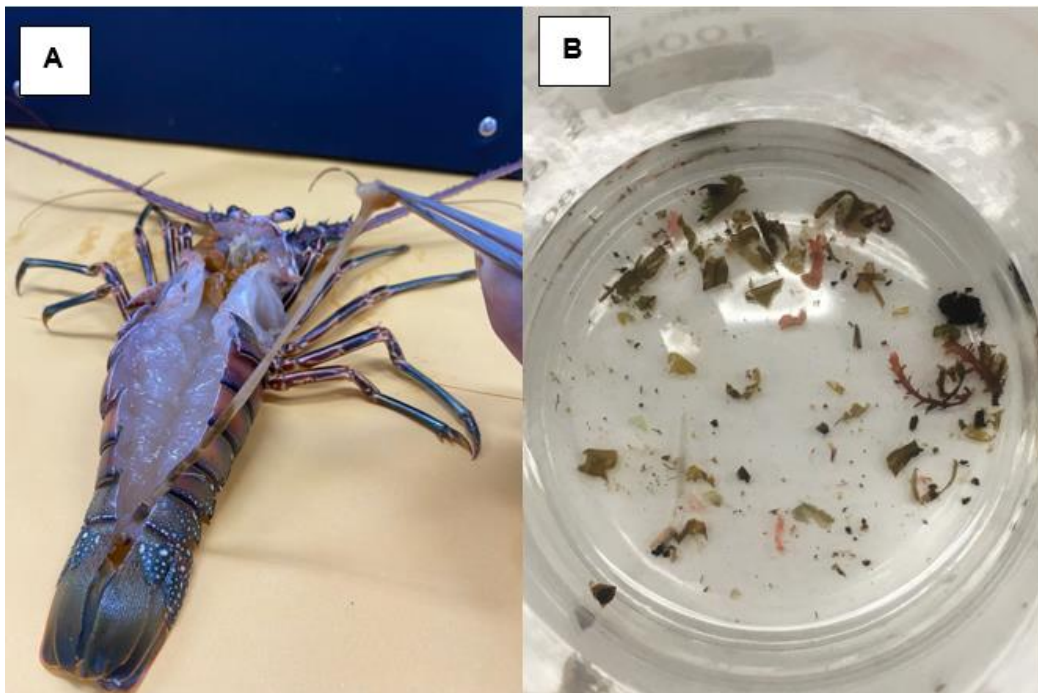


Fonte: a Autora (2021).

4.6 Intestino

Segundo Ross *et al.* (2019) o bolo alimentar de artrópodes é envolto por uma membrana peritrófica secretada pelo intestino médio. Segundo Bolognes (2001), essa membrana atua como um filme que separa os alimentos do tecido intestinal e é composta por quitina e proteínas. Além disso, ela é um item chave no processo digestivo, uma vez que é forte o suficiente para suportar a digestão e proteger contra a força abrasiva das partículas do alimento (AGRAWAL *et al.*, 2014).

Figura 24 – Vista dorsal das intestino de *P. laevicauda* durante dissecação (a). Conteúdo intestinal de *P. laevicauda* (b).



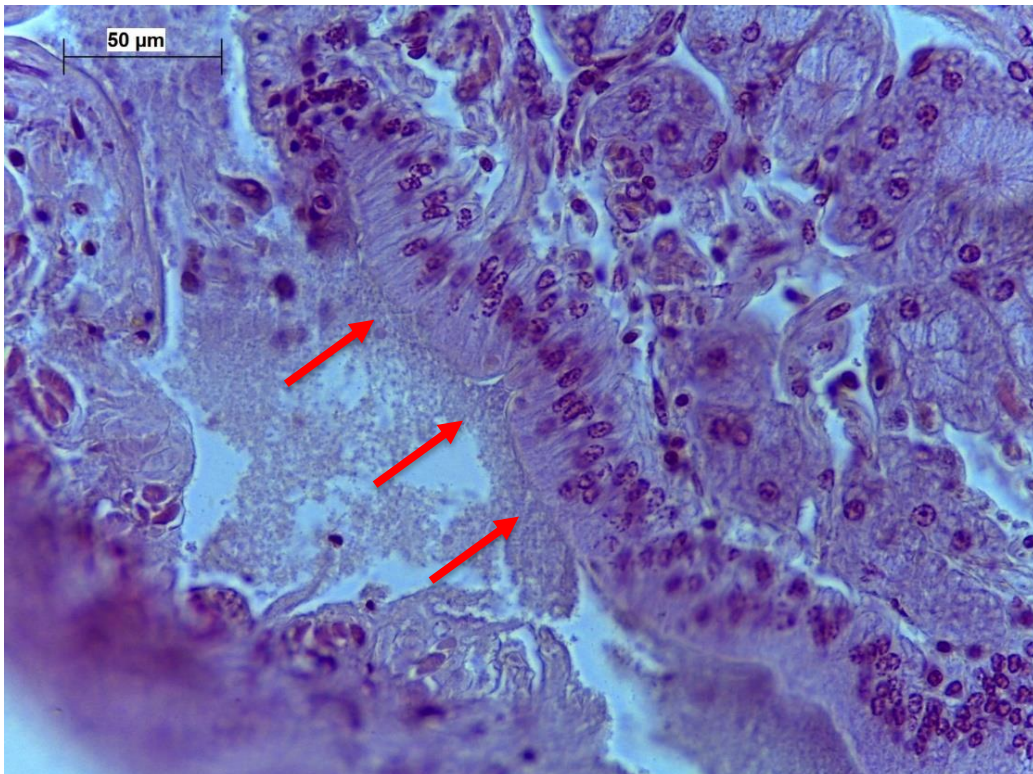
Fonte: arquivo pessoal

Figura 25 – Intestino de *P. laevicauda*. Bl – bolo alimentar; Lum – lúmen; ri – reserva de inclusão; setas – membrana peritrópica.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 26 – Intestino de *P. laevicauda*. Epitélio mucoso composto por células colunares simples no intestino da lagosta (setas).



Fonte: a Autora (2021).

Na composição estrutural do intestino foi observado presença de epitélio mucoso composto por células colunares simples (Figura 27).

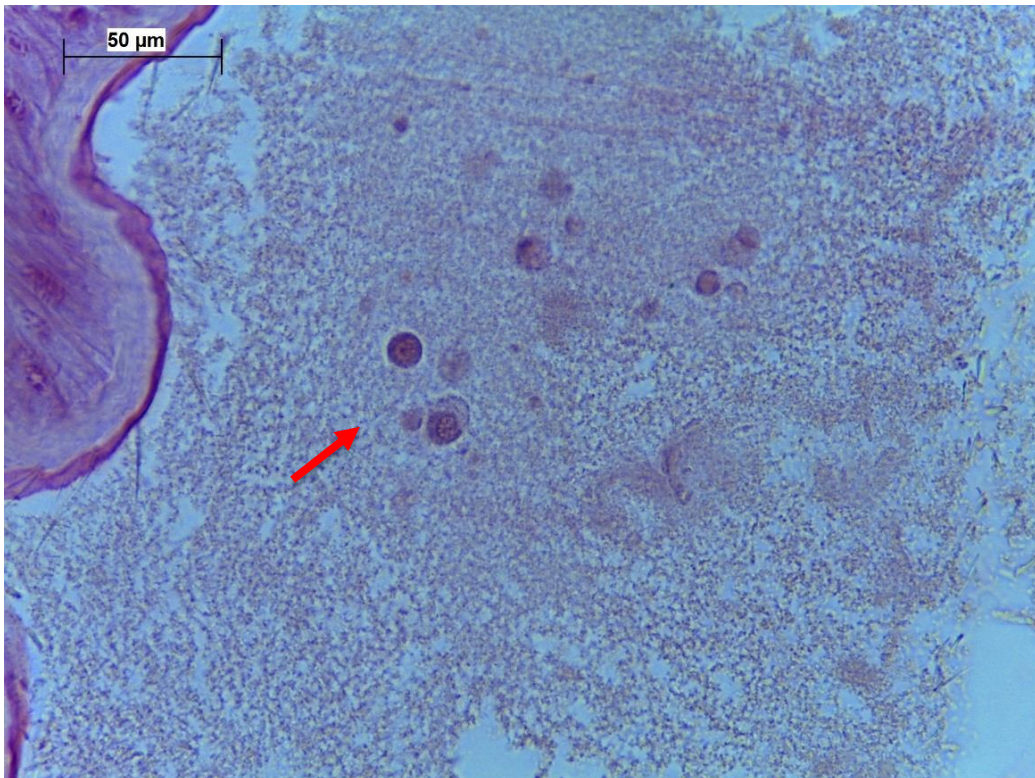
Nas presentes lâminas, foram observadas estruturas como a membrana peritrópica que cerca o bolo alimentar, também foram observadas as reservas de inclusão, Ross *et al.* (2019) afirma que essas reservas são comuns no hepatopâncreas e funcionam como estoque de lipídeos, polissacarídeos e hemocianina além de proteínas incluindo enzimas. Ademais, assim como em seu trabalho essa reserva também foi observada no intestino médio destes organismos.

4.6.1 Alterações histológicas observadas no intestino

Foram observados cistos de endoparasitas no conteúdo do bolo alimentar de uma das lagostas analisadas (figura 28).

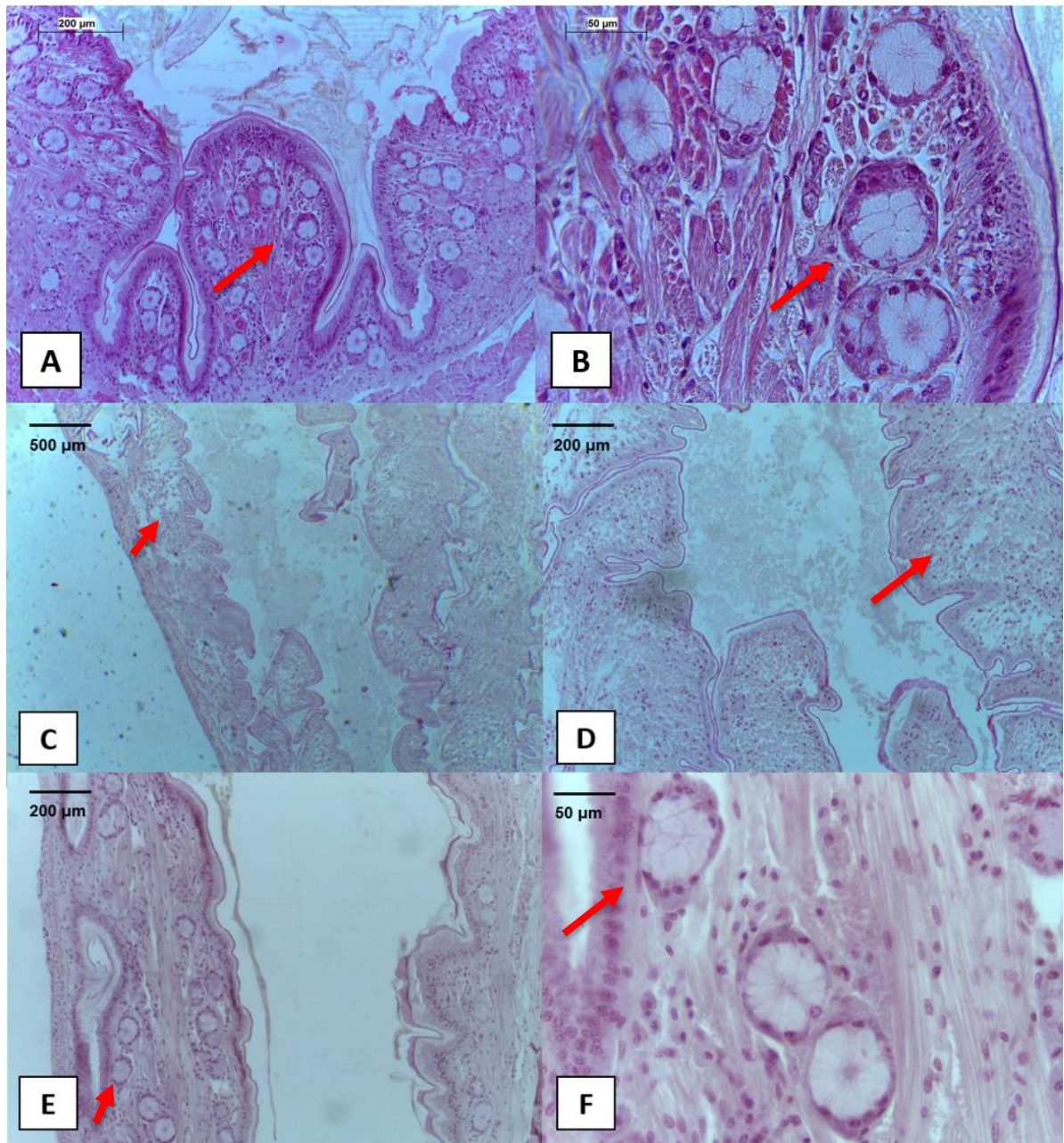
Diversas alterações circulares foram observadas no tecido do intestino de *P. laevicauda* e apenas nas amostras de Iparana - não frescas (Figura 29). Estas alterações circulares não estão registradas na literatura.

Figura 27 – Intestino de *P. laevicauda*. Cisto do endoparasitas observados no bolo alimentar (seta).



Fonte: a Autora (2021).

Figura 28 – Intestino de *P. laevicauda*. Alterações observadas no intestino de *P. laevicauda* de Iparana-CE. Alterações circulares (29-A, B, E, F). Interior do intestino – reservas de inclusão danificadas/ausentes, sem visualização (29- C, D)



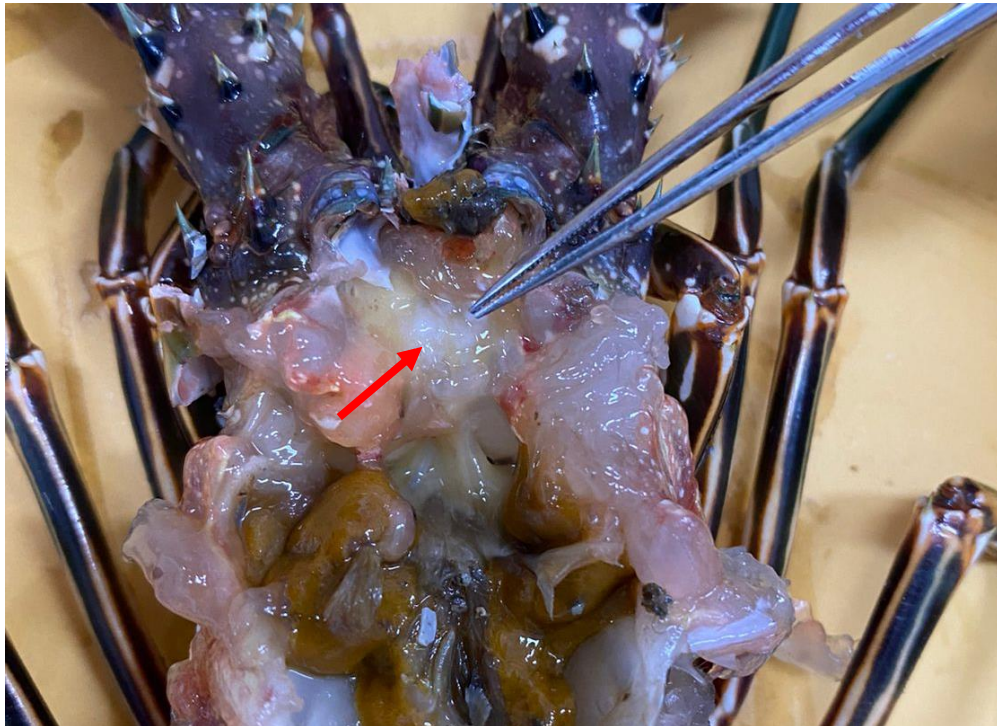
Fonte: a Autora (2021).

4.7 Glândula Antenal

A chamada glândula antenal (“*Green gland*”) (figura 30) da lagosta-verde exerce funções extremamente importantes para o funcionamento deste organismo, dentre eles pode-se citar a excreção e regulação de íons, logo esta funciona como o néfron nos seres vertebrados (PATERSON, 1968). Este órgão é composto por uma rede de membranas unicelulares formando um labirinto, saco celomático e a bexiga (figura 31).

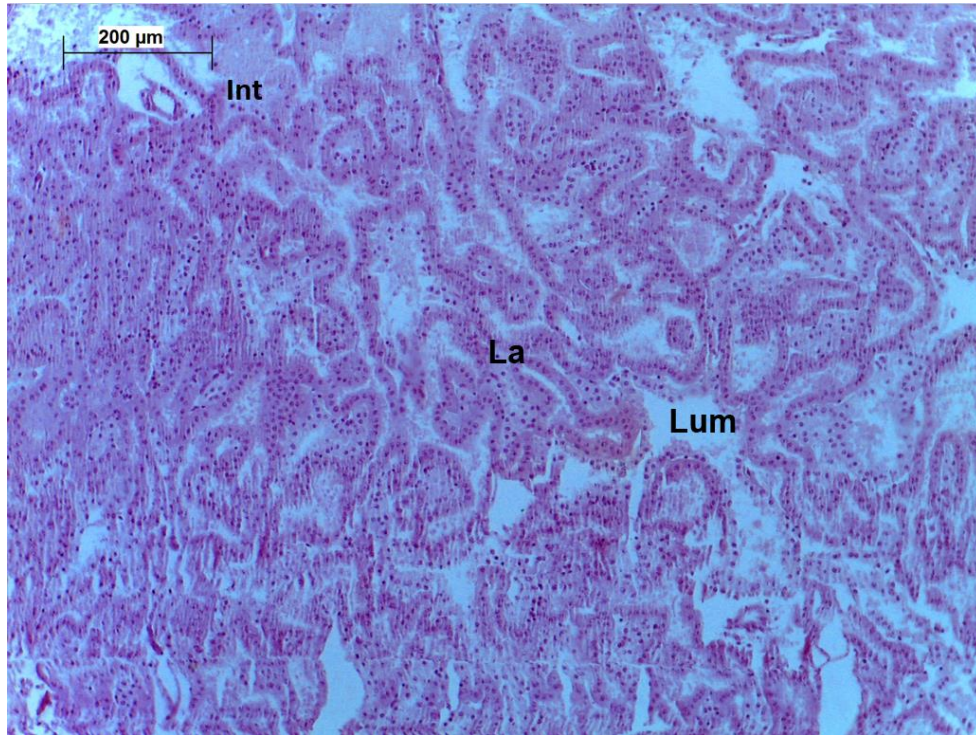
Os artefatos observados acima (Figura 32) ocorreram devido ao corte do tecido na parafina, porém o órgão encontra-se em estado saudável. No presente trabalho está sem diferenças entre os tecidos frescos e não frescos.

Figura 29 – Vista dorsal de *P. laevicauda* evidenciando a glândula antenal (seta).



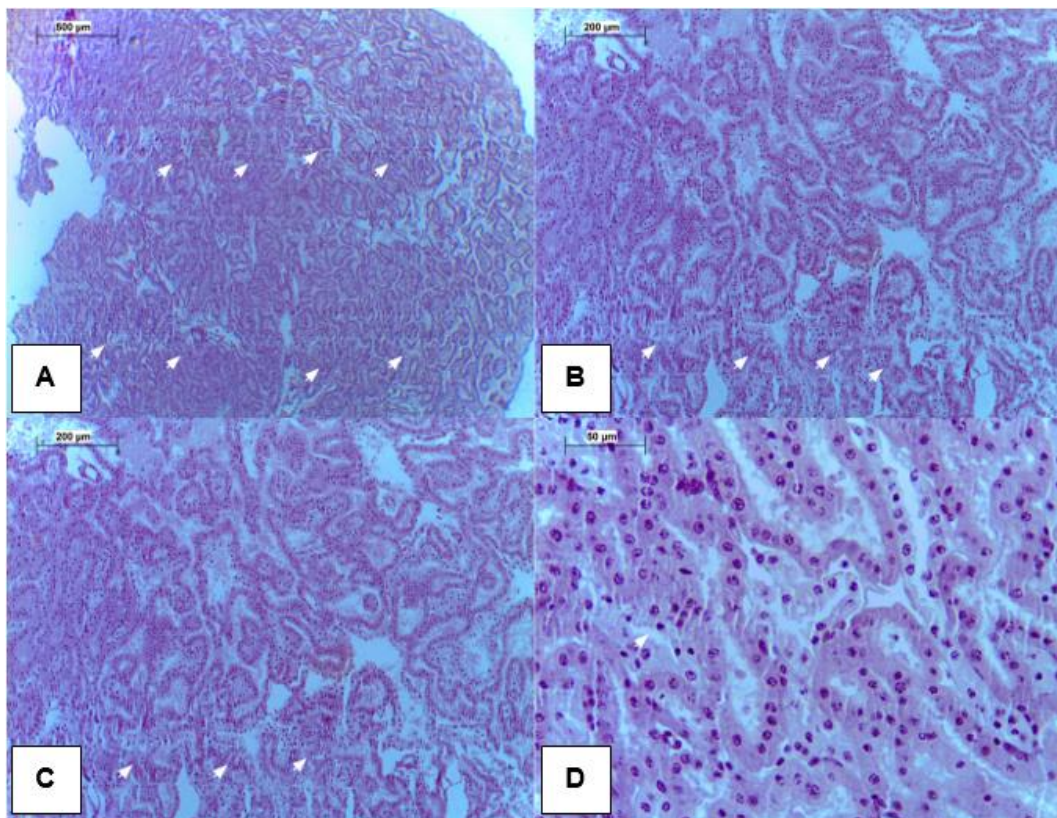
Fonte: arquivo pessoal.

Figura 30 – Glândula antenal de *P. laevicauda* da Praia do Meireles /CE. Lum – lúmen; Int – interstícios; La – labirintos.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 31 – Glândula antenal de *P. laevicauda* de Meireles/CE. Artefatos originados devido ao corte evidenciados por setas.

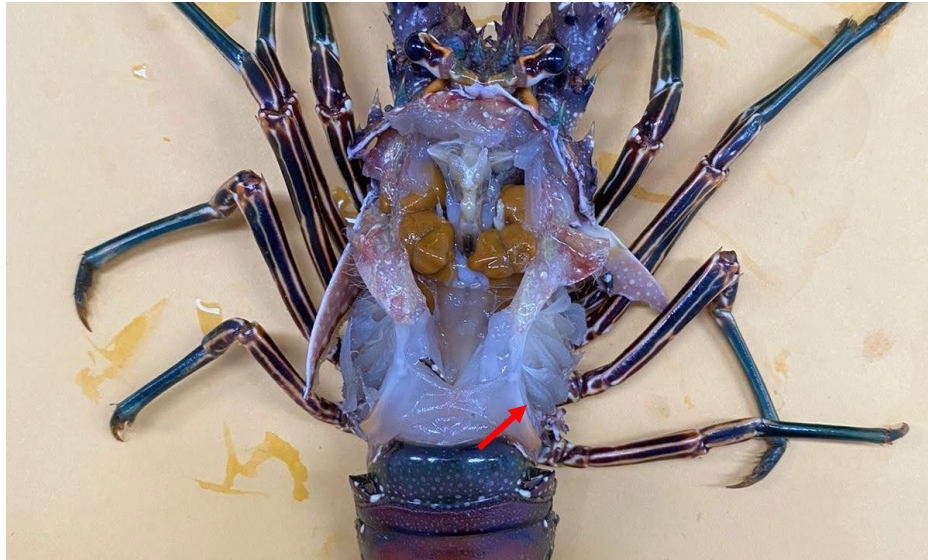


Fonte: a Autora (2021).

4.8 Brânquias

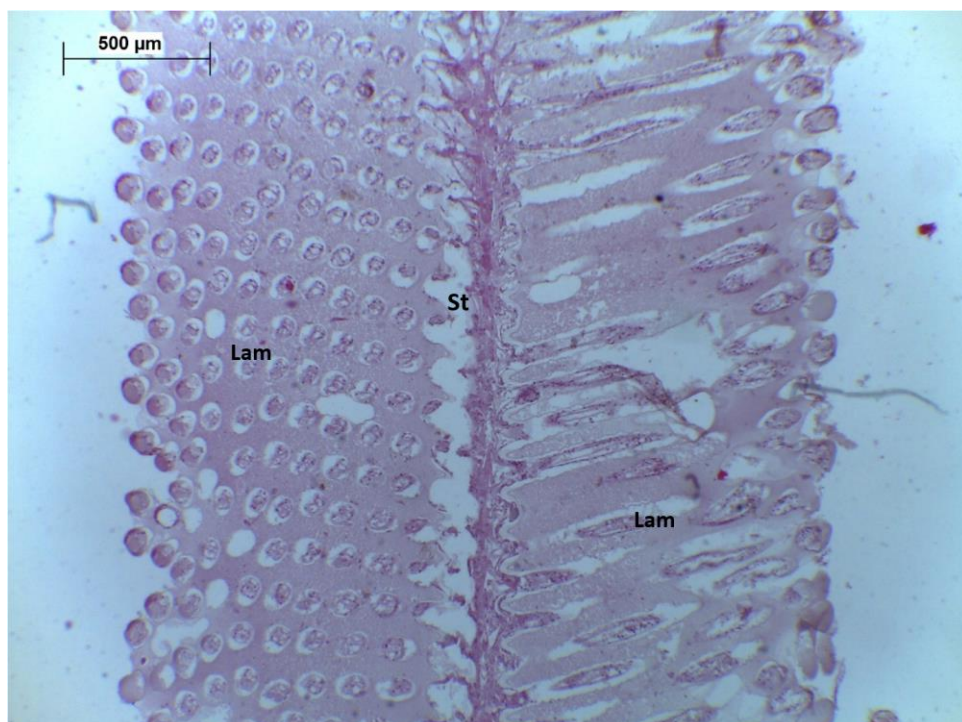
As brânquias (figura 33) dos crustáceos são o principal local de transferência de oxigênio e são importantes para a regulação iônica e osmótica na hemolinfa. Estruturalmente, as brânquias são constituídas por ramos digitiformes ou brânquias, que se bifurcam em lamelas que geralmente têm apenas algumas células de espessura (ROSS *et al.* 2019). Estruturas como lamela e haste branquial foram nitidamente observadas nestas amostragens (figura 34 e 35).

Figura 32 – Vista dorsal de *P. laevicauda* evidenciando as brânquias (seta).



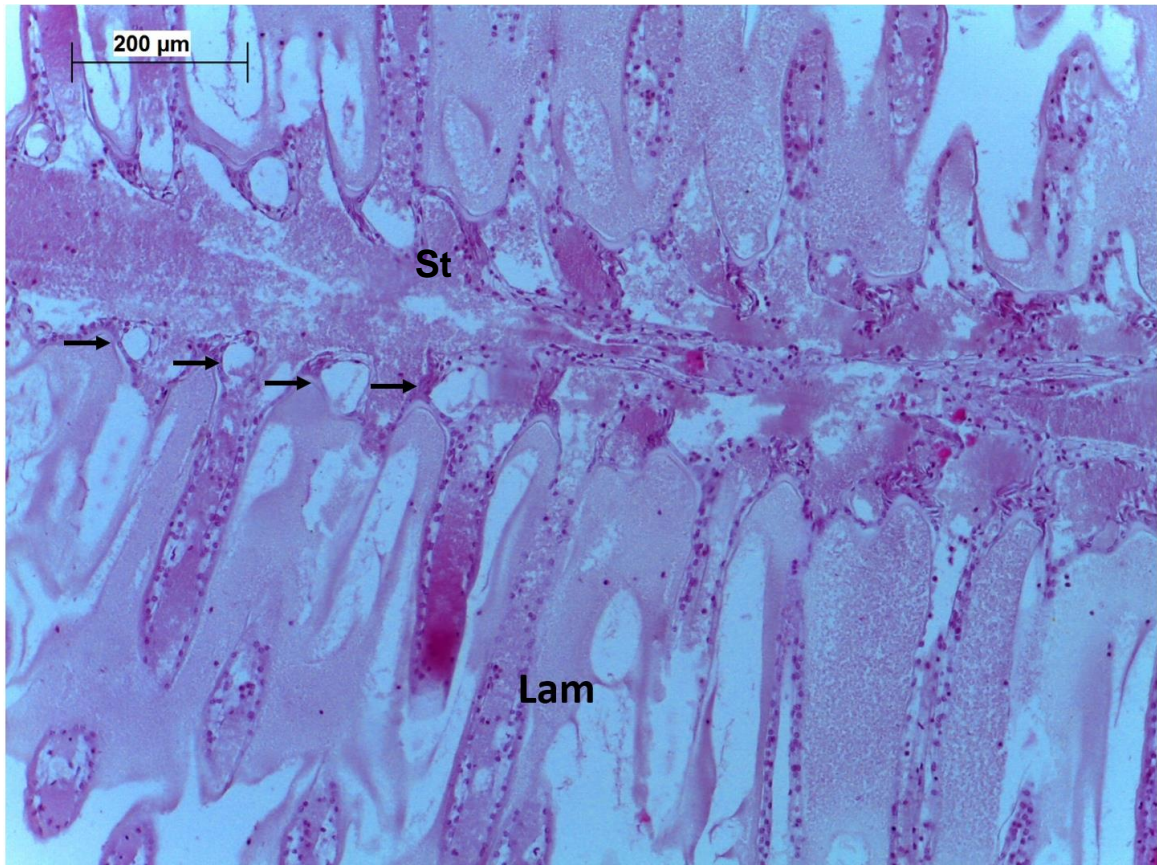
Fonte: arquivo pessoal.

Figura 33 – Brânquia de *P. laevicauda*. Lam – lamela; St – haste branquial.



Fonte: a Autora (2021).

Figura 34 – Brânquia de *P. laevicauda*. Lam – lamela; St – haste branquial; setas: seios hemais ao lado da haste branquial.



Fonte: a Autora (2021).

5 DISCUSSÃO

5.1 Hepatopâncreas

O órgão em questão é considerado multifuncional (CHAVEZ-CROOKER *et al.*, 2003) sendo responsável por vários processos celulares entre eles a síntese e secreção de enzimas digestivas e absorção de nutrientes (FACTOR, 1995).

No primeiro experimento, o número de lâminas de boa qualidade foi bem menor do que as que foram realizadas rapidamente após a pesca das lagostas. As lâminas de hepatopâncreas das amostras da Praia de Iparana demonstraram uma desintegração das Células-B, isso pode ser explicado devido a este órgão sofrer autólise rapidamente (ATHERLEY *et al.* 2020). Logo, torna-se indicado que sua extração seja realizada rapidamente, com intuito de preservá-lo ao máximo, visando agilizar o processo e evitar que o a autólise danifique o tecido e prejudique o resultado das lâminas.

As lâminas realizadas com as amostras frescas de *P. laevicauda* da Praia do Meireles, ilustraram imagens bem nítidas devido à rapidez da extração, evidenciando mais uma vez que a realização de histologia com material fresco resulta em um maior êxito.

5.2 Coração

Pericárdio e miocárdio compõe o coração (SHIELDS & BOYD, 2014). No presente trabalho não conseguimos registro do pericárdio nas lâminas, isso pode se dar devido a maneira de coleta do órgão na hora da amostragem. Nesse órgão, também foram observadas diferenças no tecido não fresco e no tecido fresco. A amostra de Iparana está repleta de infiltrado inflamatório, isso pode ser explicado devido o animal já ter sido encontrado em estado letárgico na hora de sua captura, isso se deu possivelmente devido à alguma enfermidade ou ao seu condicionamento ambiental – ressaltando, ainda, que esta amostra permaneceu alguns dias no freezer. Há relatos por Wada *et al.*, (1994) de lagostas com miocardites, necrose no músculo cardíaco e infiltração por hemócitos, sem registro das causas para estas anomalias. Existem registros de parasitas no músculo cardíaco como microsporídeos (KIRYU *et al.*, 2009; ATHERLEY *et al.* 2020), que não foram observados aqui.

5.3 Músculo

O resultado das lâminas do músculo foi excelente em ambas amostragens. Esse músculo tem como função a locomoção e sustentação do animal, ele é composto por fibras musculares envoltas pelo sarcolema (ROSS, 2019). Algumas doenças podem ser observadas neste órgão, como a necrose muscular, sendo observada na histologia presença de fibras inchadas e macroscopicamente regiões esbranquiçadas e rígidas (ATHERLEY *et al.* 2020).

A principal diferença entre as lâminas feitas com lagostas frescas e não frescas foram a ausência dos núcleos, isso evidencia que trabalhar com um material fresco traz melhores resultados em trabalho histológico.

5.4 Gônadas

Comparando as imagens macroscópicas e microscópicas do presente trabalho com as amostras de Pinheiro *et al.* (2006) que aborda *P. echinatus*, temos a compatível observação de que as lagostas estavam todas em fase imatura, a princípio pela coloração da gônada que é branca com baixo volume, peso e tamanho.

Os três organismos do presente trabalho, foram coletados abaixo do tamanho permitido, isso nos mostra a importância do defeso para o ciclo de vida desse organismo. Como eles

estavam abaixo do tamanho permitido, isso significa dizer que não chegaram ao seu período de maturação, o que pode ser observado nas imagens adquiridas pela histologia deste organismo.

As amostras dependiam do que os pescadores conseguiam capturar e embora estivessem dentro do prazo estipulado para liberação da pesca, houve certa dificuldade para a captura da Lagosta Verde. Com essa dificuldade apenas as menores foram capturadas, porém nos forneceu material histológico acerca de gônadas imaturas, para um futuro trabalho seria ideal a captura de organismos em diferentes fases de maturação.

5.5 Intestino

O intestino de *P. laevicauda* apresentou uma curiosa diferença entre as amostras frescas da Praia do Meireles e as amostras não frescas da Praia de Iparana, que foram alterações circulares. No entanto, estas se mostram inéditas na literatura, uma vez que não há registro das mesmas e nem se quer similares. Contudo, pode-se observar a porção da extremidade e meio do intestino.

Como são alterações no intestino há a hipótese de que como essas lagostas foram encontradas letárgicas em poças próximas à Praia de Iparana, no litoral oeste do Ceará, essa condição das mesmas pode estar relacionada à ingestão de algum parasita ou até mesmo algum contaminante proveniente de uma “mancha escura” que segundo os pescadores apareceu na Praia após uma forte chuva na região. Como na época da coleta não coincidia com o período de aparecimento das florações de diatomáceas que costumam aparecer na orla de Fortaleza que é no primeiro semestre durante a quadra chuvosa, essa hipótese pode ser desconsiderada, até porquê estas microalgas não são nocivas para as lagostas e ficam em uma zona superficial da água. Outra hipótese que pode resultar na contaminação por esta mancha é a própria vazão de esgoto próxima à região. Sabe-se que estes efluentes domésticos costumam acarretar diversos contaminantes caso não passem pelo tratamento adequado.

5.6 Glândula antenal

As amostras de glândula antenal obtiveram uma extração bem mais cuidadosa no presente trabalho, uma vez que durante um projeto piloto com algumas lagostas apenas uma lâmina foi aproveitada. Isso pode ser explicado por se tratar de um órgão extremamente delicado, o problema que surgiu nas lâminas agora se deu durante o corte gerando pequenos artefatos. Estes não impediram de forma alguma a visualização das principais estruturas da glândula antenal.

Como este órgão trabalha a questão da osmorregulação e excreção (SHIELDS & BOYD, 2014) segundo Li *et al.* (2008) ele pode ser considerado o local primário de infecções como os da Síndrome da Mancha Branca (WSSV) e a principal característica histológica apresentada na presença do vírus PaV1 foi uma infiltração de hemócitos. Há também registros por Field *et al.* (1995) em lagostas do gênero *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) com infestação de um tipo de dinoflagelado parasita de crustáceos conhecido por *Hemanodinium* que se instalam no seio hemal e labirinto, mas principalmente na no saco celomático e tecido conjuntivo da maioria dos órgãos através do seio hemal. No entanto, a glândula antenal de todas as lagostas verdes do presente trabalho encontrava-se sem alterações.

5.7 Brânquias

As brânquias são órgãos que têm o maior contato com o ambiente externo, podendo nela ser encontradas parasitas, bactérias e até mesmo fungos (ROSS *et al.*, 2019). Estas são as responsáveis pelas trocas gasosas do organismo, bem como regulação iônica e osmótica na hemolinfa. Assim como em Atherley *et al.* (2020) foram encontradas brânquias danificadas podendo ser relacionadas a poluição referente ao local onde as lagostas foram pescadas.

Nesse caso, tanto a lagosta fresca como a não fresca, apresentavam certa danificação no tecido das brânquias. A Praia do Meireles é um ambiente que recebe diversos efluentes domésticos e resíduos provenientes do uso recreativo da praia, logo isso pode facilitar estes danos às brânquias das lagostas da região. Pode-se observar que apesar de ter um organismo fresco, nem sempre teremos uma amostragem de um tecido em perfeito estado, principalmente as brânquias que interagem diretamente com o meio.

6 CONCLUSÕES

- I. A coleta e extração do material com lagostas frescas influencia significativamente no resultado final das lâminas, isso se dá devido o processo de autólise que ocorre mais rápido em alguns tecidos;
- II. Como trata-se de um trabalho acerca de tecidos saudáveis, seria ideal em projetos futuros a coleta de lagostas em diferentes estágios de maturação, afim da obtenção de lâminas diversificadas das gônadas femininas e masculinas de *P. laevicauda*;
- III. O presente trabalho preenche lacunas até então existentes acerca da histologia da lagosta verde com imagens ricas em qualidade, fornecendo um rico banco de dados acerca da espécie que é tão importante para economia pesqueira mundial.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, S.; KELKENBERG, M.; BEGUM, K.; STEINFELD, L.; WILLIAMS, C.E.; KRAMER K.J.; BEEMAN R.W.; PARK, Y.; MUTHUKRISHNAN, S.; MERZENDORFER, H. **Two essential peritrophic matrix proteins mediate matrix barrier functions in the insect midgut.** *Journal of Insect Biochemistry and Molecular Biology*, v. 49, p. 24-34, 2014.

ALVES, M.I.M.; TOME, G.S. Estudo sobre as gônadas da lagosta *Panulirus laeviscauda* (Latr.). *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 06, n.1, p. 1-9, jun. 1966.

ASCHE, F., MARC F. BELLEMARE, CATHY ROHEIM, MARTIN D. SMITH, SIGBJØRN TVETERAS, Fair Enough? Food Security and the International Trade of Seafood, **World Development**, Volume 67, 2015, Pages 151-160, ISSN 0305-750X, 2015

ATHERLEY, M.A. FREEMAN, M.M. DENNIS, Post-mortem examination of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*, Latreille 1804) and pathology in a fishery of the Lesser Antilles, **Journal of Invertebrate Pathology**, Volume 175, 2020, 107453, ISSN 0022-2011.
BELL T.A. & LIGHTNER D.V. A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, LA. 1988.

BOLOGNES, R. **A membrana peritrófica de *Spodoptera frugiperda*: secreção de peritrofinas e papel na imobilização e na reciclagem de enzimas digestivas.** Orientador: Terra, Clelia Ferreira. 2001. Dissertação de Mestrado (Mestrado) – Instituto de Química USP, São Paulo, 2001. DOI 10.11606/D.46.2018.tde-15102018-160403. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46131/tde-15102018-160403/pt-br.php>. Acesso em: 9 dez. 2021.

BONAMI, J.-R., & Zhang, S. Viral diseases in commercially exploited crabs: A review. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 106(1), p. 6–17, 2011.

BUTLER, M.J.; BEHRINGER, D.C.; SHIELDS, J.D. Transmission of *Panulirus argus* virus 1 (PaV1) and its effect on the survival of juvenile Caribbean spiny lobster. **Diseases of aquatic organisms**, v. 79, n. 3, p. 173-182, 2008.

CHAVEZ-CROOKER, P., POZO, P., CASTRO, H., DICE, M. S., BOUTET, I., TANGUY, A., & AHEARN, G. A. Cellular localization of calcium, heavy metals, and metallothionein in lobster (*Homarus americanus*) hepatopancreas. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, 136(3), 213-224, 2003.

DUARTE, L. F. A. *et al.* Contextualização da pesca mundial de lagostas e características de comercialização de *Scyllarides* spp. e *Panulirus* spp. Na baixada santista, estado de São Paulo, brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, p. 235-246. 2011.

FACTOR, J., Biology of the Lobster. *Homarus americanus*. Academic Press, New York. Factor, J.R., 1995b. Chapter 15, The digestive system. In: Factor, J. (Ed.), **Biology of the Lobster, Homarus americanus**. Academic Press, New York, 1995.

FIELD, R. H., HILLS, J. M., ATKINSON, R. J. A., MAGILL, S., AND SHANKS, A. M. 1997. Distribution and seasonal prevalence of *Hematodinium* sp. infection of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) around the west coast of Scotland. – **ICES Journal of Marine Science**, 55: 846–858.

FLEGEL, T.W. Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in Asia. **Journal of Invertebrate Pathology**, p. 166–172, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture: contributing to food security and nutrition for all**. Rome, 2016.

IGARASHI, M. A.; KOBAYASHI, R. K. Desenvolvimento de lagosta *Panulirus argus* de *puerulus* ao tamanho comercial. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 5, n. 1, p. 147-151, 1997.

KIRYU, Y., BEHRINGER, D. C., LANDSBERG, J. H., & PETTY, B. D. Microsporidiosis in the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* from southeast Florida, USA. **Diseases of aquatic organisms**, 84(3), 237-242, 2009.

LEARY, S., Underwood, W., Anthony, R., Cartner, S., Corey, D., Grandin, T., Greenacre, C., Gwaltney-Brant, S., McCrackin, M.A., Meyer, R., Miller, D., Shearer, J., Yanong, R. **AVMA guidelines for the euthanasia of animals: 2013 Edition**. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1–88, 2013.

LI, C., SHIELDS, J.D., 2007. Primary culture of hemocytes from the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, and their susceptibility to *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1). **Journal of Invertebrate Pathology**. 94, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2006.08.011>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (Brasil). Governo Brasileiro. PORTARIA SAP/MAPA Nº 221, DE 8 DE JUNHO DE 2021. In: **PORTARIA SAP/MAPA Nº 221, DE 8 DE JUNHO DE 2021**. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: Órgão: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Aquicultura e Pesca, 9 jun. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sap/mapa-n-221-de-8-de-junho-de-2021-324768133>. Acesso em: 18 nov. 2021.

OLIVEIRA, A.V.S. **ANÁLISE DO PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DA PESCARIA DE LAGOSTAS NA COMUNIDADE DE REDONDA, ICAPUÍ – C. 2018**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PAIVA, Melquíades Pinto. Dinâmica da pesca de lagostas no Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**. Fortaleza, v.5, n.2, p.151-174, dez.1965.

PATERSON, N. **The anatomy of the cape rock lobster, *Jasus Lalandii* (H. Milne Edwards)**. In: The Annals of the South African Museum. The Rustica Press, Cape Town, p. 232, 1968.

PINHEIRO *et al.* **Reproductive Biology of *Panulirus echinatus* (Crustacea: Palinuridae) from São Pedro and São Paulo Archipelago, Brazil**. Nauplius, v. 14, 2006.

REILLY, J.S., 2001. **Euthanasia of animals used for scientific purposes, 2nd ed.** Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching, Adelaide.

ROSS EP, BEHRINGER DC, MUÑOZ A, DÍAZ D, BOJKO J. White spot syndrome virus and the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*: Susceptibility and behavioral immunity, **Journal of Invertebrate Pathology**, Volume 162, 2019, Pages 1-9, ISSN 0022-2011, <https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.02.001>.

SANTOS, C. H. dos A. dos, LOURENÇO, J. A., & IGARASHI, M. A. (2010). Desenvolvimento de juvenis recentes da *Panulirus laevicauda*, alimentadas com moluscos e dieta peletizada. **Ciência Animal Brasileira**, 11(1), 1–8. Recuperado de <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/1105>.

SHIELDS, J.D., R. BOYD, **Atlas of Lobster Anatomy and Histology**, Special Papers in Marine Science No. 9, Virginia Institute of Marine Science, The College of William & Mary. [<http://hdl.handle.net/10288/21827>], 2014.

STEWART, J.E. Lobster diseases. **Helgolander Meeresunters** 37, 243–254 (1984). <https://doi.org/10.1007/BF01989309>

WADA, S., TAKAYAMA, A., HATAI, K., SHIMA, Y., & FUSHIMI, H. A pathological study on cardiac disease found in spiny lobsters. **Fisheries science**, 60(2), 129-131, 1994.