



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VITÓRIA GONÇALVES MATOS

**DESCRIÇÃO MORFOFUNCIONAL DO HEPATOPÂNCREAS DO CARANGUEJO
AZUL *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1828) (Decapoda: Gecarcinidae) DO ESTUÁRIO
DO RIO JAGUARIBE**

FORTALEZA

2023

VITÓRIA GONÇALVES MATOS

DESCRIÇÃO MORFOFUNCIONAL DO HEPATOPÂNCREAS DO CARANGUEJO AZUL
Cardisoma guanhumi (Latreille, 1828) (Decapoda : Gecarcinidae) DO ESTUÁRIO DO RIO
JAGUARIBE

Monografia submetida à Coordenação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Feitosa
Silva

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M382d Matos, Vitória Gonçalves.

Descrição morfofuncional do hepatopâncreas do caranguejo azul *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1828) (Decapoda: Gecarcinidae) do estuário do Rio Jaguaribe / Vitória Gonçalves Matos. – 2023.
29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva.

1. Glândula digestiva. 2. Brachyura. 3. Histologia. I. Título.

CDD 570

VITÓRIA GONÇALVES MATOS

DESCRIÇÃO MORFOFUNCIONAL DO HEPATOPÂNCREAS DO CARANGUEJO AZUL
Cardisoma guanhumi (Latreille, 1828) (Decapoda: Gecarcinidae) DO ESTUÁRIO DO RIO
JAGUARIBE

Monografia submetida à Coordenação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: / / .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Ana Beatriz Graça Duarte
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr.a. Marina Duarte Pinto Lobo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Airton e Almizia, por sua dedicação e incentivo incansáveis em tornar meus projetos realidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva, por todas oportunidades ao longo da minha graduação, em que pude aprender o valor da profissão biólogo e que posso caminhar por todos os caminhos que desejar.

Aos animais objeto de estudo desta pesquisa, que os conhecimentos adquiridos possam contribuir de alguma forma para a compreensão de quão fantásticos são esses seres vivos e conservação da espécie.

Aos meus queridos companheiros de trabalho Robson Mendes e Daniel Esses, por me auxiliarem de todas as maneiras possíveis, com discussões enriquecedoras e conversas amigáveis.

À minha família, por oferecer muito além do suporte que precisei para concluir minha graduação e me tornar o melhor ser humano possível.

Aos meus colegas de graduação, por me apoiarem ao longo de toda a graduação e me impedirem de desistir. Um agradecimento especial ao maior suporte durante os anos de curso, Igor Bonfim, muitas saudades. Celeste e Lucas por me fazerem rir tanto.

Aos meus amigos maravilhosos, por me permitirem enfrentar com coragem os momentos difíceis e ficarem verdadeiramente felizes pelas minhas conquistas.

A uma pessoa muito querida e parte muito importante da minha trajetória, Ruan Falcão, por tudo que fez por mim ao longo de tantos anos e pelo apoio que foi fundamental para que eu chegasse até aqui, minha mais sincera gratidão.

RESUMO

O hepatopâncreas é o maior centro metabólico dos decápodes, pois nele ocorre a biotransformação e acumulação de materiais inorgânicos e xenobióticos tóxicos, além da rápida capacidade de reação a alterações do meio externo, sendo esse órgão foco de pesquisas como um importante indicador de risco ambiental. A espécie *Cardisoma guanhumi* foi escolhida como modelo para descrição histológica do hepatopâncreas neste trabalho, a fim de contribuir com conhecimentos sobre a biologia do animal e fornecer base de dados para futuros estudos ambientais. Para isso, a partir dos hepatopâncreas extraídos de 28 indivíduos coletados na região estuarina do Rio Jaguaribe, foram confeccionadas lâminas histológicas coradas com Hematoxilina-Eosina e Tricrômico de Mallory para análise microscópica. No hepatopâncreas de *Cardisoma guanhumi* foram evidenciados os quatro tipos celulares descritos na literatura (E, F, B e R), contudo também foram encontrados sinais de estresse a nível celular. A histologia do hepatopâncreas de *Cardisoma guanhumi* apresentou características morfológicas semelhantes ao descrito anteriormente para os Decápodes, contudo os processos degenerativos encontrados durante a realização deste estudo indicam que possivelmente haja influência de poluentes ou patógenos no órgão. As células que compõem o hepatopâncreas são altamente especializadas, o que justifica a multifuncionalidade e consequente classificação como principal órgão metabólico dos decápodes. A continuação de análises histológicas de hepatopâncreas de *C. guanhumi* é indicada para uma maior compreensão da fisiologia celular do órgão no grupo e da situação ambiental do vale do Rio Jaguaribe.

Palavras-chave: glândula digestiva; Brachyura; histologia.

ABSTRACT

The hepatopancreas is the largest metabolic center of decapods, as it is where the biotransformation and accumulation of inorganic materials and toxic xenobiotics occurs, in addition to the rapid ability to react to changes in the external environment, and this organ is the focus of research as an important indicator of environmental risk. The species *Cardisoma guanhumi* was chosen as a model for the histological description of the hepatopancreas in this work, in order to contribute with knowledge about the biology of the animal and provide a database for future environmental studies. For this, from the hepatopancreas extracted from 28 individuals collected in the estuarine region of the Jaguaribe River, histological slides stained with Hematoxylin-Eosin and Mallory's Trichrome were prepared for microscopic analysis. In the hepatopancreas of *Cardisoma guanhumi*, the four cell types (E, F, B, R) described in the literature were evidenced, yet there were also signs of stress at the cellular level. The histology of the hepatopancreas of *Cardisoma guanhumi* showed morphological characteristics similar to those previously described for Decapods, however the degenerative processes found during this study indicate that there is possibly influence of pollutants or pathogens in the organ. The cells that make up the hepatopancreas are highly specialized, which justifies the multifunctionality and consequent classification as the main metabolic organ of the decapods. The continuation of histological analyzes of the hepatopancreas of *C. guanhumi* is indicated for a greater understanding of the cell physiology of the organ in the group and the environmental situation of the Jaguaribe River valley.

Keywords: digestive gland; Brachyura; histology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do trato digestivo de lagostim de água doce	17
Figura 2 - <i>Cardisoma guanhumi</i> encontrado no manguezal da ilha Caldereira	19
Figura 3 - Localização do ponto de coleta no município de Aracati-CE.....	20
Figura 4 - Ratoeira: armadilha artesanal produzida por moradores da comunidade utilizada na coleta.....	20
Figura 5 - <i>Cardisoma guanhumi</i> evidenciando o hepatopâncreas.....	22
Figura 6 - Esquema de túbulo hepatopancreático de <i>Carcinus maenas</i>	23
Figura 7 - Fotomicrografias de hepatopâncreas de <i>Cardisoma guanhumi</i> contendo cortes longitudinais e transversais corados com Hematoxilina e Eosina.....	24
Figura 8 - Fotomicrografias de hepatopâncreas de <i>Cardisoma guanhumi</i> contendo cortes longitudinais e transversais corados com Tricrômico de Mallory.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características histomorfológicas das células hepatopancreáticas em 23 Decapoda.....	23
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1	Coleta e manuseio dos animais	19
3.2	Análises histológicas	21
4	RESULTADOS	22
5	DISCUSSÃO	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Os decápodes constituem uma ordem de crustáceos bem-sucedida na ocupação de diversos ambientes, sendo alguns dos representantes mais singulares aqueles que se adaptaram à vida na terra. Os caranguejos terrestres, apesar da dependência do ambiente aquático para reprodução e desenvolvimento larval, possuem aquisições comportamentais, fisiológicas e morfológicas que possibilitaram a conquista do ambiente terrestre, podendo inclusive ocupar o topo da pirâmide de energia em certos ecossistemas (BURGGREEN; McMAHON, 1988; PINHEIRO *et al.*, 2016).

O corpo compacto e apêndices robustos característicos desses animais viabilizam locomoção eficiente em terra, sendo animais altamente velozes, o que garante a fuga e captura de presas, além de ótimos escavadores. As tocas constituem um ambiente seguro contra predadores e condições ambientais, além de uma fonte de recursos hídricos e um espaço adequado para atividades reprodutivas (POWERS; BLISS, 1983; BRUSCA, 2018).

Na transição para o ambiente terrestre, a diversidade de hábitos alimentares se torna vantajosa, de modo que os caranguejos terrestres podem ser necrófagos, herbívoros ou carnívoros preferencialmente, mas dependendo das condições ambientais optarem pelo onivorismo e canibalismo (BURGGREEN; McMAHON, 1988).

Caranguejos como *Cardisoma guanhumi* são preferencialmente herbívoros, escavando suas tocas normalmente em estuários e áreas densamente cobertas por vegetação, por exemplo, no entanto podem consumir uma surpreendente variedade de alimentos, desde folhas, frutos e algas filamentosas, até detritos compostos por aves, peixes e outros caranguejos (HERREID, 1963). A presença de um sistema digestivo competente sustenta a variedade de práticas alimentares.

Nos decápodes, a porção média do trato alimentar é consideravelmente dilatada pelo desenvolvimento de estruturas tubulares com função de continuar a digestão mecânica, produzir e suprir enzimas, absorver e processar alimentos e remover conteúdo residual, além de estarem envolvidas na manutenção do equilíbrio iônico, na vitelogênese e na detoxificação de metais e substâncias orgânicas externas (ICELLY; NOTT, 1992; VOGT, 2019).

O mais volumoso e complexo órgão da porção média é o hepatopâncreas, sendo o responsável majoritário pela realização das funções citadas. Esse órgão possui poucas descrições em relação aos caranguejos terrestres, conquanto os estudos revelam que existem

diferentes níveis de complexidade do hepatopâncreas em relação à espécie estudada (GIBSON; BARKER, 1979; WEISS, 2015; VOGT, 2020). O levantamento realizado por Vogt (2019) enumera apenas onze estudos de histologia e citologia do hepatopâncreas de crustáceos decápodes para o táxon Brachyura, sendo apenas cinco publicados no século atual, enquanto nenhum aborda a família Gecarcinidae.

Além disso, o hepatopâncreas é o maior centro metabólico dos decápodes, pois nele ocorre a biotransformação e acumulação de materiais inorgânicos e xenobióticos tóxicos por meio das células hepatopancreáticas. Essas células possuem uma grande plasticidade e rápida capacidade de reação a alterações do meio externo, fazendo com que esse órgão seja foco de pesquisas por representar um importante indicador de risco ambiental (NUDI *et al.*, 2007).

Os caranguejos são fundamentais para a dinâmica ecossistêmica e socioeconômica da região Nordeste do Brasil, visto o papel que possuem nas cadeias tróficas e ciclagem de matéria orgânica nos manguezais, assim como a representatividade como insumo alimentar, que contribui para a manutenção da economia e aspectos culturais de comunidades litorâneas.

Com base nessas informações, a espécie *Cardisoma guanhumi*, habitante dos estuários brasileiros e difundida na culinária local nordestina com alto valor comercial, foi escolhida como modelo para descrição histológica do hepatopâncreas neste trabalho, visto que o campo de pesquisa para a espécie ainda é amplo e incipiente no Brasil (PINHEIRO *et al.*, 2016).

O intuito deste trabalho é detalhar a morfologia microscópica do hepatopâncreas de *Cardisoma guanhimi*, a fim de contribuir com conhecimentos sobre a biologia do animal e fornecer base de dados para futuros estudos ambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O hepatopâncreas possui um admirável arsenal de enzimas capazes de degradar carboidratos, lipídios e proteínas, além de celulasas e quitinases singulares entre os crustáceos, aliado a agentes emulsificantes análogos à bile, que em conjunto possibilitam a degradação eficiente de uma grande variedade de substâncias (GIBSON; BARKER, 1979).

Quanto à responsividade do hepatopâncreas, a adaptabilidade celular mediante processos fisiológicos é notadamente engenhosa, de modo que é possível observar alterações na proliferação, organização e perfil das células ao longo dos períodos de ecdise e reprodução, do ciclo digestivo, de alterações no regime alimentar, entre outros. Contudo, foi observado que alterações podem ocorrer ainda em face de exposição a metais como cádmio e cobre, à radiação ultravioleta e contaminantes químicos (WEEIS, 2015; PICOLO, 2017; MELO, 2020).

A glândula digestiva dos crustáceos atinge seu ápice de complexidade nos decápodes, apresentando morfologia similar dentro do grupo (GIBSON; BARKER, 1979). O órgão, que se desenvolve nos estágios larvais iniciais a partir de um par de lobos laterais do intestino médio, se distribui por ambos os lados da linha média do animal, em que cada lado se conecta às demais porções do tubo digestivo por um ducto primário, que se ramifica até formar o aglomerado compacto de túbulos com terminações cegas que constitui o hepatopâncreas (Vogt, 2019).

A digestão em Decapoda ocorre da seguinte maneira: o alimento é triturado pelo moinho gástrico no estômago cardíaco (Figura 1), em que também sofre digestão química, passando pelo estômago pilórico para filtração do quimo e compactação de sólidos, para que então seja transportado através do ducto primário até o hepatopâncreas, onde os nutrientes serão absorvidos. A solidificação das fezes e condução para o exterior é realizada pelo intestino médio propriamente dito e o intestino posterior (STRUS *et al.*, 2019).

Cada túbulo hepatopancreático é envolvido por uma malha de tecido muscular, cuja contração promove a liberação de enzimas e a absorção de nutrientes no hepatopâncreas, além de uma rede contínua de tecido conjuntivo, que dá sustentação ao órgão, enquanto o espaço intertubular é ricamente vascularizado pelo suprimento da artéria hepática (exceto pela infraordem Anomura) (BURGGREEN; McMAHON, 1988). Internamente, os túbulos hepatopancreáticos são repletos de células que se diferenciam ao longo da extensão tubular

para formar um epitélio colunar simples sustentado por uma espessa lâmina basal (ICELLY; NOTT, 1992). Quatro tipos celulares têm sido sistematicamente descritos na literatura como constituintes do epitélio do hepatopâncreas de decápodes (BURGGREEN; McMAHON, 1988; VOGT, 2019 *etc*):

- Células E (embrionárias): localizadas na extremidade distal dos túbulos hepatopancreáticos, são as únicas capazes de realizar divisão mitótica, portanto originam os demais tipos celulares.

- Células F (fibrilares): possuem um Retículo Endoplasmático Rugoso altamente desenvolvido e numerosos ribossomos livres. Foi observada a formação de vacúolos enzimáticos em estágios específicos do ciclo digestivo. Sintetizam proteínas e armazenam minerais, principalmente ferro em alguns decápodes.

- Células R (reabsortivas): São as células mais abundantes ao longo dos túbulos hepatopancreáticos e as principais responsáveis pela absorção e armazenamento no órgão. Possuem grânulos de glicogênio e um grande número de vacúolos, além da borda em escova bem desenvolvida. Produzem agentes emulsificantes. Armazenam cobre e outros minerais.

- Células B (em forma de bolha ou secretoras): Células secretoras que liberam enzimas digestivas, se despreendendo da parede tubular no início do ciclo digestivo em uma secreção holócrina e liberando outros tipos de secreção posteriormente. A célula B jovem possui uma grande quantidade de vesículas que se fundem formando um grande vacúolo e as outras características citoplasmáticas são reduzidas. A reposição e formação de vacúolos nessas células é cíclica.

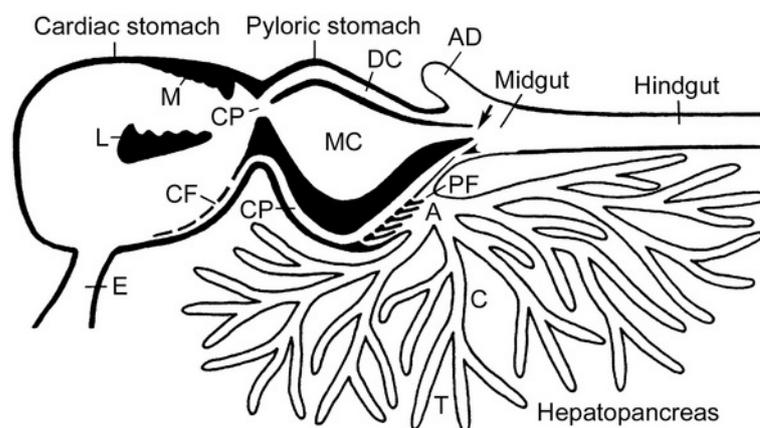


Figura 1. Esquema do trato digestivo de lagostim de água doce. Vogt, 2019. O esôfago desemboca no estômago cardíaco que contém um moimho gástrico com um dente medial (M) e dentes laterais (L). O estômago pilórico inclui os canais de filtro cardiopilórico (CP) e filtros pilóricos (PF), e as câmaras medial (MC) e dorsal (DC). O hepatopâncreas consiste em numerosos túbulos com terminação cega (T) e ductos coletores (C) e termina no átrio ou ducto primário (A), que se conecta às demais porções através dos filtros pilóricos (PF) e da válvula hepatopancreático-intestinal (seta).

O estudo de Al-Mohanna *et al.* (1985) descreveu ainda a presença de um quinto tipo celular em alguns decápodes, denominado célula M, que se encontra espalhada por toda a extensão dos túbulos aderida à membrana basal. Os autores acreditam que a função dessa célula é armazenamento de reservas orgânicas, contudo foram observadas principalmente em decápodes inferiores com breves descrições em decápodes superiores.

A função das células que compõem o epitélio hepatopancreático foi aferida a partir de análises morfológicas e histoquímicas do conteúdo celular ao longo do processo digestivo. Os modelos descritos por Loizzi (1971) e Gibson e Barker (1979) descrevem a ação dessas células da seguinte maneira: Inicialmente, as enzimas digestivas são produzidas nas células F e armazenadas nos vacúolos supranucleares, que se expandem para formar o grande vacúolo da célula B. As enzimas presentes no vacúolo da célula B são liberadas periodicamente após a ingestão de alimentos por secreção apócrina, merócrina ou holócrina, dependendo da espécie e de seu estado nutricional. Enquanto alguns nutrientes são absorvidos pelas células F e B por pinocitose, outros são assimilados pelas células R por contato nas bordas em escova e posteriormente transportados para dentro da célula. Gibson e Barker (1979) apontam que a digestão intracelular ocorre no interior da célula R, sendo que os produtos finais são transferidos para a hemocele ou armazenados nas células R ou F. O material residual depositado nas células epiteliais é liberado com a degeneração tecidual e pode contribuir na formação de novas enzimas digestivas.

Nott e Icelly (1992) apontaram para influência de poluentes no hepatopâncreas, visto que as células podem sofrer adaptações para desintoxicar o organismo, como foi observada a capacidade de remoção de metais pelas células R e F (ROLDAN; SHIVERS, 1987). Quaisquer agentes que interfiram nas células hepatopancreáticas podem alterar o regime alimentar e de muda do animal.

Estudos mais recentes não apenas consolidam os dados publicados sobre a funcionalidade das células hepatopancreáticas, como contribuem com novos dados que reforçam a importância da glândula. Vogt (2019) indicou que células F produzem proteínas sanguíneas envolvidas no transporte de oxigênio e na defesa imunológica, enquanto Röszer (2014) apontou o hepatopâncreas como “um precursor evolutivo da integração das funções imunes e metabólicas”.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Coleta e manuseio dos animais

Os indivíduos da espécie *Cardisoma guanhumi* (Figura 1) foram coletados por meio da utilização de armadilhas artesanais confeccionadas por pescadores locais. A captura foi realizada próximo à comunidade quilombola do Cumbé no município de Aracati em uma área de manguezal da região estuarina do Rio Jaguaribe conhecida como Ilha Caldereira (04°28'22"S, 37°46'50"W) (Figuras 2 e 3). Após a coleta, realizada em maio de 2023 com amostragem de 28 indivíduos capturados aleatoriamente, em que não foi priorizada nenhuma característica, os caranguejos foram transferidos vivos em caixas de transporte para o Laboratório de Histologia Animal, onde foram crioanestesiados e posteriormente dissecados. Os animais foram pesados e sexados. Os protocolos de coleta e manuseio empregados neste projeto foram aprovados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio – Autorização nº 86631-1).



Figura 2. *Cardisoma guanhumi* encontrado no manguezal da Ilha Caldereira. Elaborado pelo autor, 2023.

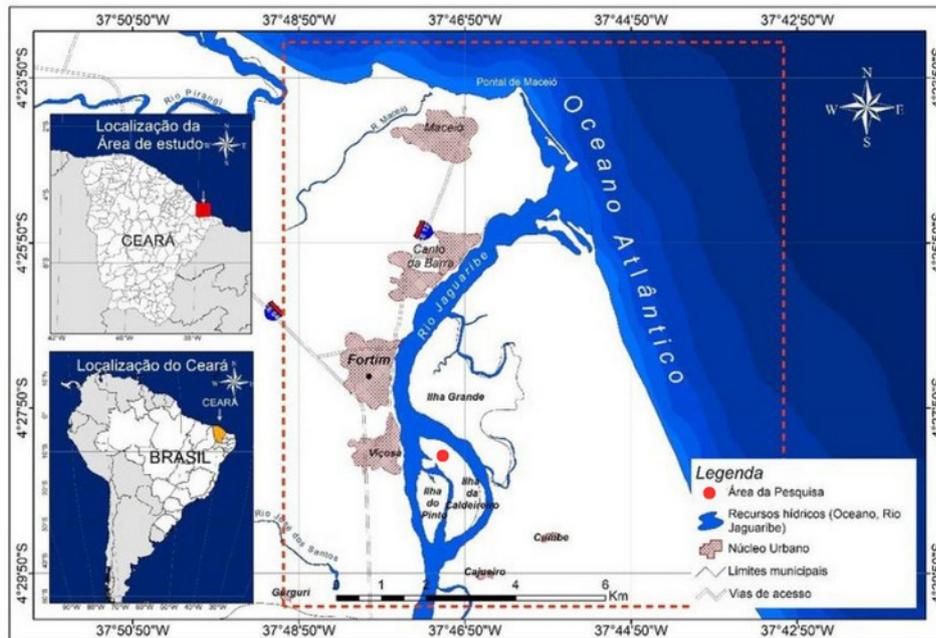


Figura 3. Localização do ponto de coleta no município de Aracati-CE. Modificada de Carvalho Neta e Claudino-Sales, 2019.



Figura 4. Ratoeira: armadilha artesanal produzida por moradores da comunidade utilizada na coleta. Elaborado pelo autor, 2023.

3.2 Análises histológicas

Os órgãos retirados dos animais foram colocados em cassetes individuais devidamente identificados e armazenados em vidros contendo formol a 10% por um período de 24 h para fixação seguido de conservação em solução de álcool a 70%. Transcorrido o período, o material foi submetido à desidratação em série gradativa de álcool, diafanização em xilol, impregnação e emblocamento em parafina.

Os cortes histológicos de 4 μ m obtidos foram corados pelos métodos de Hematoxilina-Eosina (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 1983), para visualização geral dos componentes celulares, e Tricrômico de Mallory (JUNQUEIRA *et al.*, 1979), para estudo do tecido conjuntivo adjacente. Após a coloração, as lâminas foram montadas com Entellan[®]. O material confeccionado foi analisado e fotografado sob microscopia de luz.

4 RESULTADOS

Foram analisados 28 exemplares de *Cardisoma guanhumi*, sendo 18 fêmeas e 10 machos. O peso dos animais variou entre 66,56 g e 193,25 g, enquanto o percentual da massa do hepatopâncreas em relação à massa corporal variou entre 5,56% e 13,49%, sendo maior para machos maduros.

O hepatopâncreas de *C. guanhumi* preenche grande parte do espaço cefalotorácico, estando os lobos recobertos por uma cápsula de tecido conjuntivo (Figura 3), sendo o órgão bilobulado na espécie avaliada. Os túbulos variaram de cor dentre os espécimes, sendo mais comum a coloração amarelada. Na visão macroscópica foi possível detectar as fibras ao longo da extensão, características do órgão, que é um maciço de túbulos.



Figura 5. *Cardisoma guanhumi* evidenciando o hepatopâncreas. Elaborado pelo autor, 2023.

Nas secções histológicas é possível observar os túbulos hepatopancreáticos revestidos por um epitélio colunar, que pode variar entre simples e pseudoestratificado dependendo do estágio de maturação das células. As diferentes alturas das células dão um formato irregular à abertura do lúmen tubular. No hepatopâncreas de *Cardisoma guanhumi* foram evidenciados os quatro tipos celulares descritos na literatura, de acordo com o padrão morfológico descrito por Icelly e Nott (1992) e Gibson e Barker (1979):

Célula	Morfologia
E (embrionária)	Núcleo grande com nucléolo ressaltado, normalmente sem borda em escova, podem apresentar formato cúbico ou colunar.
F (fibrilar)	Núcleo localizado na base da célula colunar, desenvolvimento extensivo de Retículo Endoplasmático, pequenas vesículas por todo o citoplasma, presença de borda em escova.
R (reabsortiva)	Núcleo compacto intensamente corado, borda em escova proeminente em célula colunar, citoplasma vesiculado.
B (em forma de bolha ou secretora)	Núcleo na base da célula colunar, uma única grande vesícula ocupando a maior parte da célula.

Tabela 1. Características histomorfológicas das células hepatopancreáticas em Decapoda. Elaborado pelo autor. 2023.

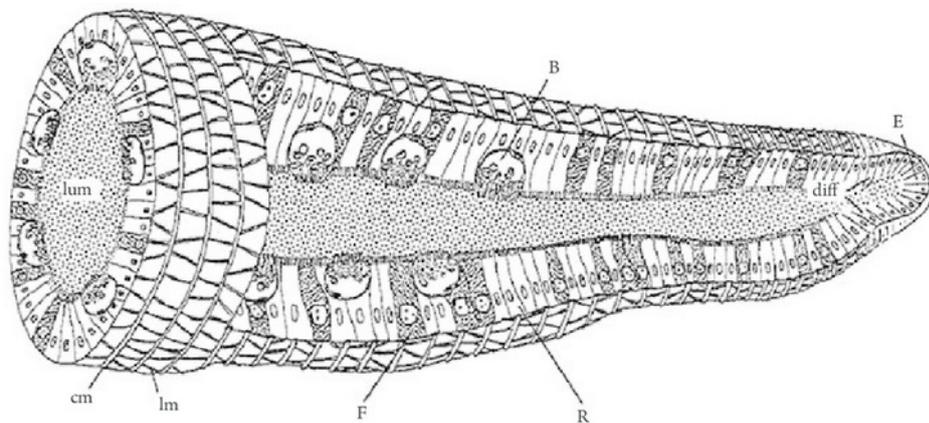


Figura 6. Esquema de um túbulo hepatopancreático de *Carcinus maenas*. Em evidência, células E, B, F e R. Legenda: lum: lúmen; cm: musculatura circular; lm: musculatura longitudinal; diff: células em diferenciação. Modificado de Hopkin e Nott (1979) *apud* Watling (2015).

Nos túbulos é notória a abundância de células R delgadas com borda em escova e numerosos vacúolos citoplasmáticos. Estas são permeadas em menor frequência por células F basofílicas devido à maior quantidade de retículo endoplasmático (Figura 4). Células B são facilmente identificadas pela extensa vesícula secretora, na qual pode ser observado conteúdo de secreção no interior, comprimindo o núcleo para a borda da célula e limitando o espaço citoplasmático. Os vacúolos de grande extensão são projetados para a região luminal do túbulo, o que condiz com a função secretora. No lúmen frequentemente podem ser vistos produtos de secreção. A região intertubular é ocupada por tecido conjuntivo frouxo e podem ser vistos hemócitos livres.