



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

Determinação do *status* da saúde de mariscos (*Anomalocardia brasiliensis*) em áreas afetadas pelo derramamento de óleo no Litoral de Pernambuco através de alterações histopatológicas de brânquias.

MARIA RAISSA COELHO MARCHETTI TRINDADE

**Recife
Maio/2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

Determinação do *status* da saúde de mariscos (*Anomalocardia brasiliiana*) em áreas afetadas pelo derramamento de óleo no Litoral de Pernambuco através de alterações histopatológicas de brânquias.

MARIA RAISSA COELHO MARCHETTI TRINDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com exigência para obtenção de título em Bacharel em Engenharia de Pesca.

Prof^a. Dr^a. Suzianny Maria Bezerra Cabral Da Silva
Orientadora

Prof. Dr. Fernando Leandro dos Santos
Coorientador

Recife

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- T833d Trindade, Maria Raissa Coelho Marchetti
Determinação do status da saúde de mariscos (*Anomalocardia brasiliensis*) em áreas afetadas pelo derramamento de óleo no Litoral de Pernambuco através de alterações histopatológicas de brânquias. / Maria Raissa Coelho Marchetti Trindade. - 2022.
25 f.
- Orientadora: Suzianny Maria Bezerra Cabral Da Silva.
Coorientador: Fernando Leandro dos Santos.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Recife, 2022.
1. Bioindicador. 2. Estuário. 3. litoral pernambucano. 4. saúde ambiental. I. Silva, Suzianny Maria Bezerra Cabral Da, orient. II. Santos, Fernando Leandro dos, coorient. III. Título

Maio/2022
Universidade Federal Rural de Pernambuco
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA

Determinação do *status* da saúde de mariscos (*Anomalocardia brasiliiana*) em áreas afetadas pelo derramamento de óleo no Litoral de Pernambuco através de alterações histopatológicas de brânquias.

MARIA RAISSA COELHO MARCHETTI TRINDADE

ESO julgado adequada para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca. Defendida e aprovada em 01/06/2022 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof^ª. Dr^ª. Suzianny Maria Bezerra Cabral Da Silva
(Orientador)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof^ª. Dr^ª. Fernando Leandro dos Santos
(Co-Orientador)

[Departamento de Medicina Veterinária]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof^ª Dr^ª. Juliana Ferreira dos Santos
(Membro titular)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof^ª. Dr^ª. Gelcirene de Albuquerque Costa
(Membro titular)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Alfredo Oliveira Gálvez
(Membro suplente)

[Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal de Pernambuco]

Resumo

Anomalocardia brasiliiana é uma espécie de marisco presente abundantemente no litoral brasileiro, constituindo-se como uma atividade tradicional na pesca artesanal de Pernambuco. Entretanto, em 2019, ocorreu o derramamento de óleo na costa brasileira, não existindo até o presente momento, estudos que avaliem a condição de saúde de moluscos bivalves após este episódio. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado de saúde de *A. brasiliiana* através da identificação de alterações histológicas das brânquias destes animais coletados em áreas afetadas pelo derramamento de óleo na Bacia do Pina (litoral Norte) e no Estuário do Rio Formoso (litoral sul), ambos do estado de Pernambuco. Vinte animais adultos (10 para cada litoral) foram coletados e avaliados via histologia para determinação de alterações histológicas das brânquias. De maneira geral, foram observados vários achados histopatológicos, como: infiltração; presença de infecção; alteração arquitetônica e estrutural; necrose e parasitoides, nos animais, para ambos os litorais do estado de Pernambuco. Com base nos resultados, pode-se afirmar que os indivíduos adultos de *A. brasiliiana*, para ambos os litorais de Pernambuco, encontram-se com alterações histológicas de brânquias que indicam algum grau de comprometimento da saúde destes animais e ambiente não hídrico.

Palavras-Chaves: Bioindicador, Estuário, litoral pernambucano, saúde ambiental

Abstract

Anomalocardia brasiliiana is a species of shellfish abundantly present on the Brazilian coast, constituting a traditional activity in artisanal fishing in Pernambuco. However, in 2019, there was an oil spill on the Brazilian coast, so far, there are no studies that assess the health condition of bivalve molluscs after this episode. The objective of this work was to evaluate the health status of *A. brasiliiana* through the identification of histological changes in the gills of these animals collected in areas affected by the oil spill in the Pina Basin (northern coast) and in the Rio Formoso estuary (south coast), both from the state of Pernambuco. Twenty adult animals (10 for each coast) were collected and evaluated via histology to determine histological changes in the gills. In general, several histopathological findings were observed, such as: infiltration; presence of infection; architectural and structural alteration; necrosis and parasitoids, in animals, for both coasts of the state of Pernambuco. Based on the results, it can be affirmed that the adult individuals of *A. brasiliiana*, for both coasts of Pernambuco, have histological alterations of gills that indicate some degree of compromise in the health of these animals and in an unhealthy environment.

Keywords: Bioindicator, Estuary, Brazilian coast, environmental health

AGRADECIMENTOS

- Agradeço primeiramente a minha família, que sempre me orientou e me apoiou em todos os momentos que passei e que me incentivaram nos momentos difíceis compreendendo a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.
- Aos meus colegas e amigos de curso, principalmente a Bruno Borba, a qual formamos a dupla remanescente dos 30 alunos que entraram em 2017.1. e também, a Kleydson Oliveira e Vinícius França, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.
- Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional, e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.
- A professora Suzianny Cabral por ter tido a paciência de ser minha orientadora e ter desempenhado tal função me ajudando a ter um melhor desempenho nesse processo.
- Ao professor Fernando Leandro pelos ensinamentos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiou o meu aprendizado.
- Aos professores Alfredo Gálvez, Gelcirene Costa e Juliana Santos pelo interesse e disponibilidade para compor a banca examinadora.
- A todos os professores do departamento e aqueles que também vem lecionar na Eng. de Pesca, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.
- Agradeço novamente a professora Gelcirene Costa, atual coordenadora do curso, pelas explicações de procedimento de final de curso.
- Agradeço ao apoio e ensinamentos que tive do pessoal do LASAq (Laboratório de Sanidade de Animais Aquáticos): Paloma, Gisely, Katherine, Islaine, Maria Eduarda e Gabriel.
- Agradeço a paciência e ensinamentos do pessoal do Laboratório de Histopatologia da Veterinária.
- A Universidade Federal Rural de Pernambuco, vulgo Ruralinda, a qual foi essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

- A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado. Como também a quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Índice de figuras

Figura 1: Ponto de coleta no Estuário do Rio Formoso/Litoral Sul. (Google Earth).....	9
Figura 2: Ponto de coleta na Bacia do Pina/Litoral Norte. (Google Earth).....	9
Figura 3: Exemplar adulto de <i>A.brasiliana</i> . (Gabriela Da Silva)	10
Figura 4: Frascos com amostras de brânquias de <i>A. brasiliana</i> . (Galeria particular).....	10
Figura 5: Cortes histológicos de brânquias da <i>A. brasiliana</i> do estuário do Rio Formoso, Litoral Sul. (A) Deterioração por ação bacteriana de característica basofílica (C.A= Canal de água); (B) Infiltrado Acidofílico (mancha rosa); (C) Parasitas. (D) Deterioração por ação bacteriana de característica basofílica.....	15
Figura 6: Cortes histológicos de brânquias da <i>A. brasiliana</i> da Bacia do Pina, Litoral Norte. (A) Parasitas; (B) Lamelas desnudadas; (C) Sujidades (marcas cinzas) detectadas; (D) Infiltração de composto de característica acidofílica.....	16

Índice de tabelas

Tabela 1: Valor médio e desvio padrão de principais parâmetros de <i>A. brasiliiana</i> no Estuário do Rio Formoso e na Bacia do pina. Sendo n=15 por região	12
Tabela 2: Achado histopatológico, alteração detectada e valor de frequência em <i>A. brasiliiana</i> por local de coleta.	12

SUMÁRIO

Resumo	1
Abstract	2
AGRADECIMENTOS	3
Índice de figuras.....	4
Índice de tabelas.....	5
INTRODUÇÃO	7
OBJETIVO	8
METODOLOGIA.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
REFERÊNCIAS.....	17

INTRODUÇÃO

O marisco da espécie *Anomalocardia brasiliiana* é um molusco bivalve largamente distribuído ao longo do litoral brasileiro, principalmente em enseadas, baías e estuários, com grande importância socioeconômica, sendo comercializado ao longo da costa brasileira em diferentes proporções, principalmente pelas comunidades litorâneas, que o utilizam também na alimentação familiar (Boehs et al., 2008). Em Pernambuco, a pesca artesanal de *A.brasiliiana* é uma atividade tradicional e concentra-se principalmente no litoral norte (Lavander et al., 2011).

Ambientes aquáticos são ecossistemas extremamente vulneráveis e constantemente podem ser destinos finais de vários poluentes (ENCARNAÇÃO, 2017). Em Pernambuco, a presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) foi detectada em estudo realizado em Rio Formoso (Litoral Norte) em 2014 e, embora, em níveis baixos, indica a constante ocorrência deste poluente no ambiente devido à combustão do petróleo e seus derivados pelas embarcações de pesca e lazer que trafegam na área, além da queima da palha da cana-de-açúcar nas proximidades (CRAVEIRO, 2016). Branco (2001), Bento (2012) e Pinto (2012), relatam que a carga de efluentes liberadas na Bacia do Pina, Litoral Norte do estado de Pernambuco, é constante por este ambiente estar localizado na Região Metropolitana do Recife.

Somados a isto, em setembro de 2019, ocorreu o derramamento de óleo mais extenso registrado no Atlântico Sul (SOARES et al., 2020), com presença de pequenos pedaços e grandes manchas de petróleo bruto pesado encalhados em mais de 3.000 km da costa nordeste e parte da costa sudeste do Brasil (Magalhães et al., 2022), tendo sido calculado em torno de 4.500 toneladas removidas de resíduo, embora ainda possam existir micropartículas no ambiente (SANTOS, 2019).

O monitoramento de curto prazo (três meses após o derramamento) de peixes e mariscos (incluindo *A. brasiliiana*) comercializados indicou claro sinal de exposição a resíduos de óleo por estes animais, evidenciado pela presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), particularmente naftalenos, fenantreno, pireno e fluoranteno (Magalhães et al., 2022). Vale ressaltar que esse óleo não foi apenas encontrado superficialmente, mas também na interfauna do substrato, como foi constatado no Rio Grande do Norte, durante trabalho de campo realizado pelo grupo do Laboratório de Geologia e Geofísica Marítima e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (GADELHA, 2019).

A. brasiliiana é um cavador superficial, o que indica, que pode se enterrar em substratos moles (como areia e lama) (BARREIRA E ARAÚJO, 2015), além de ser um

animal filtrador, capaz de ingerir seu alimento a partir da sucção de substâncias em suspensão através do sifão exalante, com o qual a água e as partículas são levadas para dentro da cavidade do manto, e assim, por sua vez, acaba por passar pelas brânquias (NARCHI,1974 apud, RODRIGUES, AZEVEDO E DA SILVA, 2010), sendo também, capaz de bioacumular contaminação bacteriana e de poluição orgânica na água (PINTO, 2012). Embora, na época do derramamento não tenham sido conduzidas análises histopatológicas para avaliar possíveis alterações em brânquias de *A. brasiliiana* decorrente do óleo, passados três anos do episódio, faz-se estratégica esta avaliação, para compreensão da saúde destes animais na costa pernambucana em 2022.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado de saúde de *A. brasiliiana* através da identificação de alterações histológicas das brânquias destes animais coletados após três anos do episódio do derramamento de óleo Pernambuco ocorrido em 2019, em áreas que foram afetadas nos litorais norte (Bacia do Pina) e sul (Estuário do Rio Formoso) do estado de Pernambuco.

METODOLOGIA

Dez indivíduos adultos de *A. brasiliiana* foram coletados no estuário do Rio Formoso (8°41'36"S; 35°05'22"W) no Litoral Sul (Figura 1) e, outros 10 exemplares, na Bacia do Pina (8°04'41"S; 34°52'37"W), no Litoral Norte (Figura 2), ambos no Estado de Pernambuco. Esses locais foram escolhidos por terem sido efetuadas coletas de *A. brasiliiana* durante o derramamento de óleo na costa pernambucana em 2019 (Magalhães et al., 2022).

Durante a coleta, os animais foram devidamente selecionados para possuírem seu tamanho acima de 20 mm de comprimento, visto que nessa faixa de tamanho são seguramente adultos (BOEHS, 2018) (Figura 3). Em seguida, cuidadosamente acondicionados em sacos estéreis, foram transferidos para caixas térmicas com gelo em gel, mantidos resfriados até a chegada no laboratório, sendo tomado o devido cuidado para os sacos plásticos se manterem lacrados.

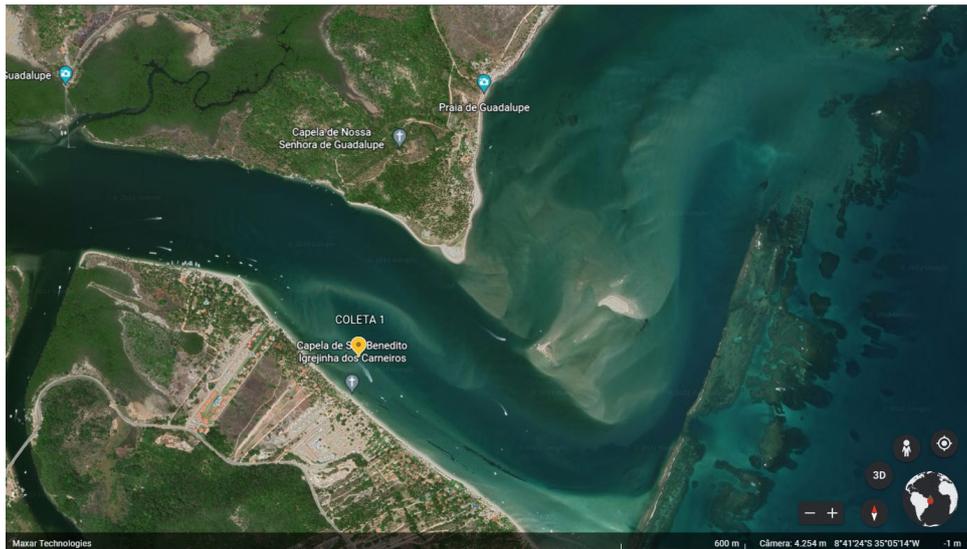


Figura 1: Ponto de coleta no Estuário do Rio Formoso/Litoral Sul. (Google Earth)

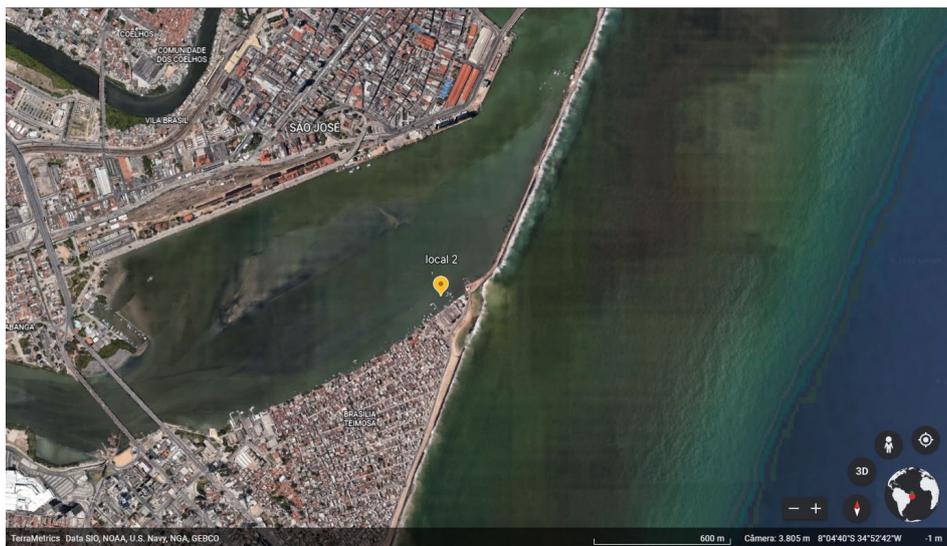


Figura 2: Ponto de coleta na Bacia do Pina/Litoral Norte. (Google Earth)

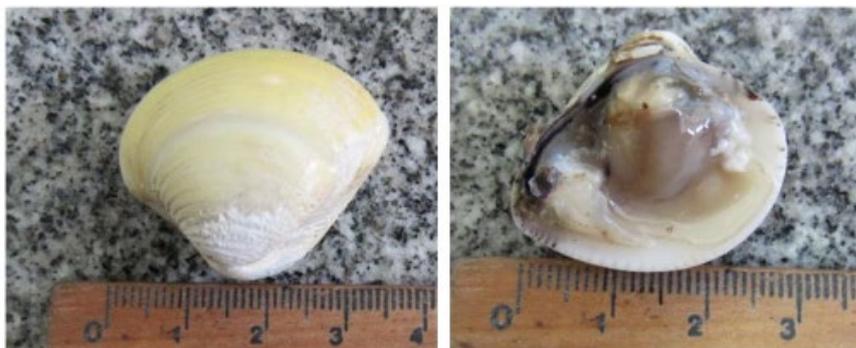


Figura 3: Exemplar adulto de *A. brasiliana*. (Gabriela Da Silva)

Com a chegada no laboratório, foi-se retirado com auxílio de água corrente e esponja, o sedimento e sujidades que os animais possuíam no exterior de suas conchas. Após isso foi mensurado o comprimento, largura, altura e peso (com e sem a concha). *A. brasiliana* foram abertas com auxílio de uma faca e suas brânquias retiradas cuidadosamente com bisturi.

Logo em seguida, dez amostras de brânquias de animais de cada localidade foram destinadas à análise histológica, seguindo os protocolos de Hawards et al. (2004) e Bell e Lightner (1988). As brânquias foram imersas em solução fixadora Davidson AFA por 70 horas e, em seguida, colocadas em etanol a 70%, para sua preservação definitiva, sendo separadas por pares de brânquias em frascos devidamente etiquetados com códigos que indicavam sua localidade (Figura 4).



Figura 4: Frascos com amostras de brânquias de *A. brasiliana*. (Galeria particular)

Em seguida, foi iniciado o processamento para a montagem da lâmina histológica, por meio do processo de desidratação, seguido de inclusão em parafina. Para isso, as brânquias foram cuidadosamente e individualmente alocadas nos cassetes. Dispostas dentro deles, as brânquias passaram por um processo de desidratação, no qual foi utilizada, a seguinte sequência:

- I Etanol a 80 % (20 minutos);
- II Etanol a 90 % (20 minutos);
- III Etanol a 100% I (20 minutos);

- IV Etanol a 100% II (20 minutos);
- V Xilol I (20 minutos);
- VI Xilol II (20 minutos);
- VII Parafina I (40 minutos);
- VIII Parafina II (40 minutos);

Com o êxito desse processo, passou-se para o emblocamento desses cassetes, colocando parafina e deixando se firmar, para assim, começar os cortes.

Primeiro se teve um corte para retirar o excesso de parafina até chegar ao tecido da amostra, feito isso os blocos foram colocados na geladeira por 40 minutos para facilitar o processo de corte. Os cortes foram realizados pelo Micrótomo (LEICA, Reino Unido) e a medida escolhida foi a de 3µm para se ter uma melhor observação do tecido, e assim se iniciou o processo de coloração desse tecido, utilizando a seguinte sequência:

- I Xilol (20 minutos);
- II Hematoxilina (5 minutos);
- III Lavados em água corrente (10 minutos);
- IV Eosina (5 minutos);
- V Etanol a 70 % (1 minuto);
- VI Etanol a 90 % (1 minuto);
- VII Etanol a 100% I (3 minutos);
- VIII Etanol a 100% II (3 minutos);
- IX Xilol (10 minutos);
- X Solução limpeza (10 minutos) (A base de detergente, ácido acético e água destilada).

Em seguida, foram colocadas algumas gotas de bálsamo para colocar a lamínula, sendo deixado em repouso por 24 horas para se ter certeza da secagem e não comprometer as amostras. Com auxílio de um microscópio de luz, as amostras foram individualmente e cuidadosamente analisadas e comparadas seguindo o modelo do protocolo para a avaliação de poluição aquática de Bernet *et al.* (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de altura, comprimento, largura e peso dos 20 animais adultos coletados no estuário do Rio Formoso/Litoral Sul e, na Bacia do Pina/Litoral Norte (dez

indivíduos por litoral), ambos do Estado de Pernambuco, encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1: Valor médio e desvio padrão de principais parâmetros de *A. brasiliiana* por local de coleta.

Local	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Peso com concha (g)	Peso sem concha (g)
Estuário do Rio Formoso/ Litoral Sul	2,40±0,16	2,70±0,28	1,80±0,16	10,20±2,01	2,45±0,72
Bacia do Pina/ Litoral Norte	2,20±0,14	2,60±0,11	1,60±0,10	6,76±0,94	0,57±0,14

De forma geral, macroscopicamente, não foram identificadas alterações morfológicas nos animais coletados em ambos os litorais do estado. Por outro lado, foram determinados vários achados histopatológicos nas 19 lâminas avaliadas, sendo dez de mariscos da região do Estuário do Rio Formoso (Litoral Sul) e, nove, da Bacia do Pina (Litoral Norte).

Os achados histopatológicos foram identificados e feito uma tabela de frequência adaptada do modelo do protocolo para a avaliação de poluição aquática em brânquias de Bernet *et al.* (1999), sendo observado os seguintes achados: infiltração; presença de infecção; alteração arquitetônica e estrutural; necrose e presença de parasitoides (Tabela 2). A frequência destes achados nas lâminas variou de ausente (0); presente em duas ou menos lâminas (atribuído 1); presente em quatro ou menos lâminas (atribuído 2) e presente em pelo menos cinco ou mais lâminas (atribuído 3) (Tabela 2).

Tabela 2: Achado histopatológico, alteração detectada e valor de frequência em *A. brasiliiana* por local de coleta.

Achado histopatológico	Alteração detectada	Valor de frequência
------------------------	---------------------	---------------------

		Estuário Rio Formoso (Litoral Sul)	Bacia do Pina (Litoral Norte)
Infiltração	Infiltração de composto de característica acidofílica	2	3
Presença de Infecção	Infiltrado Hemofílico	1	0
Alteração arquitetônica e estrutural	Lamelas desnudadas	1	3
	Núcleo exposto	1	0
	Fibroma	1	3
Necrose	Deterioração por ação bacteriana de característica basofílica	1	2
Parasitóides	Parasitas	2	3

A simples presença dessas alterações nas brânquias, segundo Bernet et al. (1999), confirma comprometimento do ambiente. A presença de infiltrados hemofílico é relacionada a resposta inflamatória em bivalves e essa reação normalmente ocorre devido a lesões teciduais graves causadas por vários fatores como parasitoides, substâncias nocivas (tóxicas) e também neoplasias (ALLAM et al., 2000; VILLALBA et al., 2001; SHEIR e HANDY, 2010), como a massa de tecidos anormais como o fibroma detectado. Além da inflamação, os parasitas presentes nas brânquias estão associados a outros danos de estruturas graves, devido à presença de cistos entre as lamelas (SCHALCH et al., 2006; CAMPOS et al., 2011).

Em um estudo realizado em bivalves presentes na base marinha do Ártico que foram afetados por um vazamento de óleo, foi observado que as espécies estavam fortemente parasitadas, principalmente depois do derramamento de óleo. Uma explicação para isso é que a presença do óleo no ambiente teria afetado a capacidade imunológica desse bivalve, aumentando, assim a carga de parasitas presentes (NEFF et al, 1987).

Além disso, foi observado em uma das amostras uma deterioração que se iniciava nos dutos de água e seguia até as bases das lamelas branquiais, sugerindo uma forma de necrose. Este tipo de necrose é normalmente associada a presença de bactérias ou a qualquer alteração negativa no ambiente que esse animal se encontra, como aumento de poluentes, presença de toxinas e também por causa do excesso de parasitas (BIGNELL et al. 2011). No presente estudo, essas alterações foram observadas para ambos os litorais de Pernambuco (Figuras 5 e 6).

Em Pernambuco, relatos da ocorrência de poluentes na costa litorânea são constantes. Segundo Craveiro (2016), baixos níveis de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) foram determinados em Rio Formoso (Litoral Norte) em 2014 decorrente da combustão do petróleo pelas embarcações (pesca e lazer) e queima da palha da cana-de-açúcar. Branco (2001), Bento (2012) e Pinto (2012), relatam a constante carga de efluentes urbanos na Baía do Pina, Litoral Norte do estado de Pernambuco, devido à localização deste ambiente dentro da Região Metropolitana do Recife. Estes estudos associados às alterações histopatológicas encontradas no presente estudo, indicam que estes animais estão em ambiente não hígido, com sua condição de saúde afetada constantemente, em ambos os litorais da costa pernambucana avaliados.

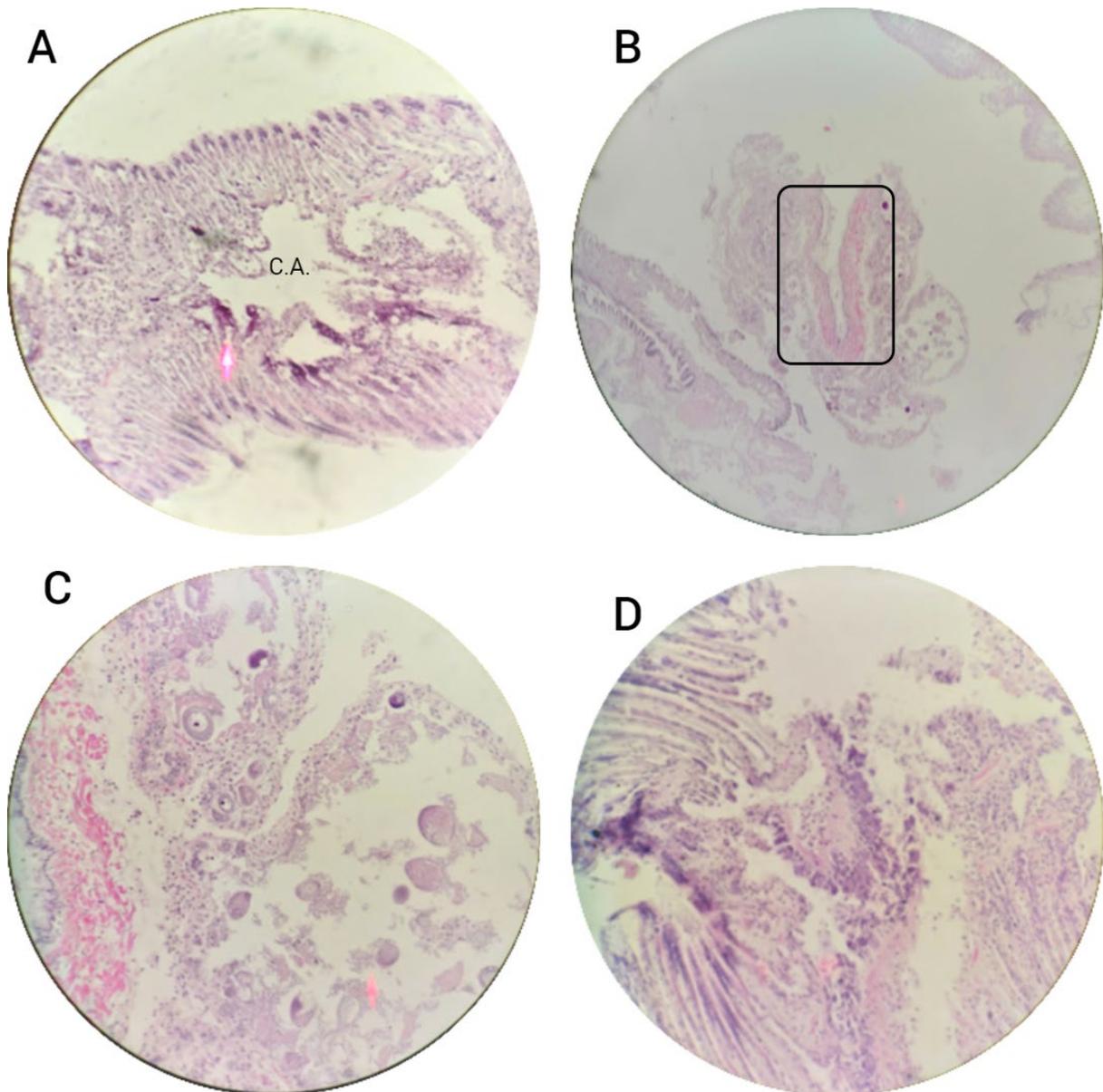


Figura 5: Cortes histológicos de brânquias da *A. brasiliensis* do estuário do Rio Formoso, Litoral Sul. (A) Deterioração por ação bacteriana de característica basofílica (C.A= Canal de água); (B) Infiltrado Acidofílico (mancha rosa); (C) Parasitas. (D) Deterioração por ação bacteriana de característica basofílica.

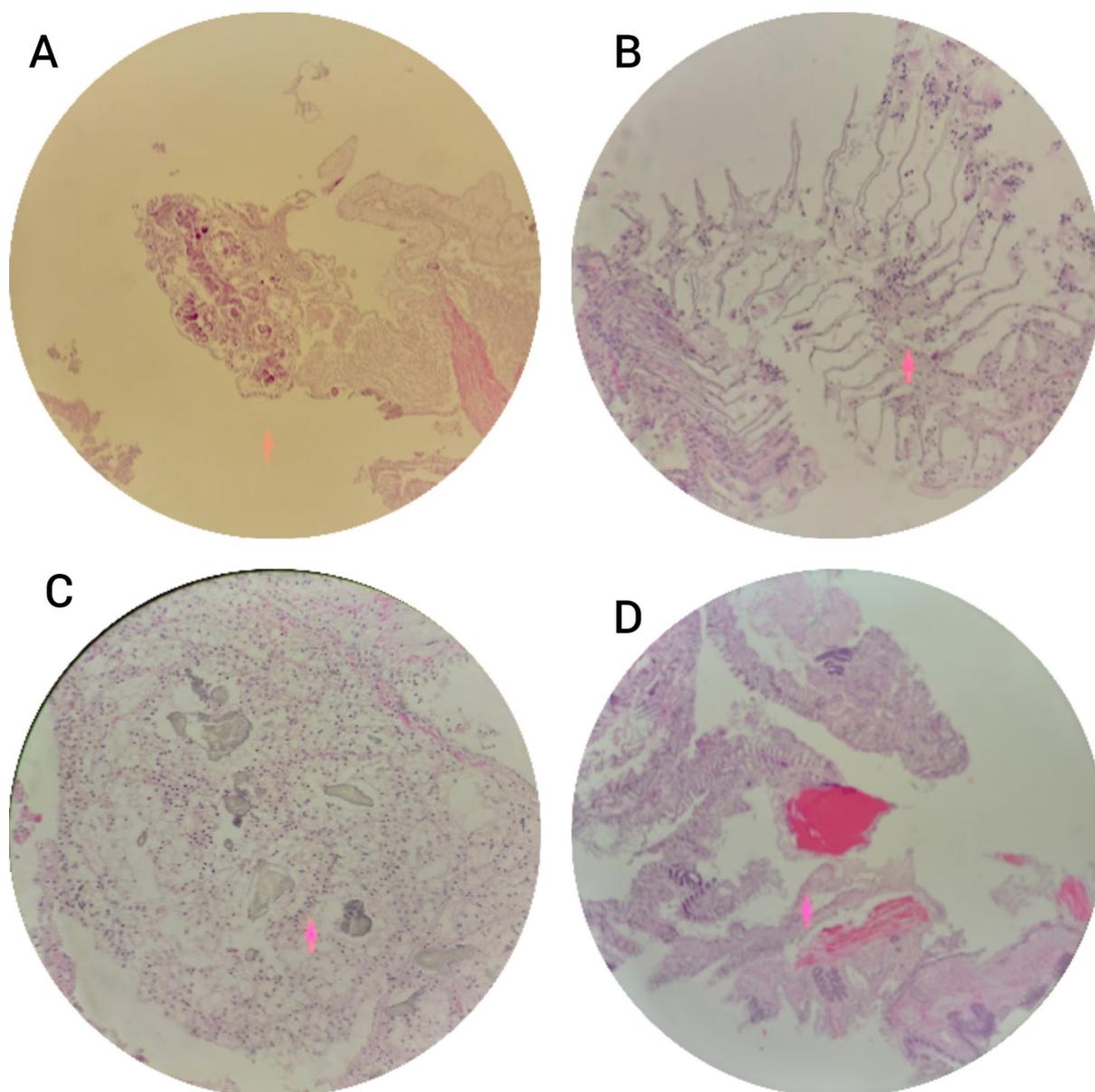


Figura 6: Cortes histológicos de brânquias da *A. brasiliiana* da Bacia do Pina, Litoral Norte. (A) Parasitas; (B) Lamelas desnudadas; (C) Sujidades (marcas cinzas) detectadas; (D) Infiltração de composto de característica acidofílica.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se afirmar que os indivíduos adultos de *A. brasiliiana*, para ambos os litorais de Pernambuco, encontram-se com alterações histológicas de brânquias que indicam algum grau de comprometimento da saúde destes animais e ambiente não hígido.

REFERÊNCIAS

ALLAM, Bassem; PAILLARD, Christine; AUFFRET, Michel. Alterations in hemolymph and extrapallial fluid parameters in the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, challenged with the pathogen *Vibrio tapetis*. **Journal of invertebrate pathology**, v. 76, n. 1, p. 63-69, 2000.

BARREIRA, Cristina; ARAÚJO, Maria. Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791)(Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na praia do canto da barra, fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 9-20, 2018

BENTO, Eloiza da Silva. **Aspectos etnoecológicos da carcinicultura no Parque dos Manguezais e Ilha de Deus. 2012.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

BIGNELL, J. P. et al. Histopathology of mussels (*Mytilus* sp.) from the Tamar estuary, UK. **Marine environmental research**, v. 72, n. 1-2, p. 25-32, 2011..

BOEHS, Guisla; ABSHER, Theresinha Monteiro; DA CRUZ-KALED, Andrea C. Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliana* (GMELIN, 1791)(BIVALVIA, VENERIDAE) na baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 259-270, 2018.

BOEHS, Guisla; ABSHER, Theresinha Monteiro; CRUZ-KALED, Andrea C. da. Population ecology of *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) on Paranaguá bay, Paraná, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 259-270, nov. 2018. ISSN 1678-2305. Acesso em <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/793>. Acessado em: 24 de maio de 2022.

BRANCO, E. de S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes–Pernambuco–Brasil). 2001. 127 f. 2001.** Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)– Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CAMPOS, Cristiane Meldau de; MORAES, Julieta Rondini Engrácia de; MORAES, Flávio Ruas de. Histopathology of gills of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) infested by monogenean and myxosporea, caught

in Aquidauana River, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2011.

CRAVEIRO, Nykon. **Hidrocarbonetos no sedimento superficial do sistema estuarino do Rio Formoso, nordeste do Brasil**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

D'ANDREA, Mark A.; REDDY, G. Kesava. Health risks associated with crude oil spill exposure. **The American journal of medicine**, v. 127, n. 9, p. 886. e9-886. e13, 2014.

DE OLIVEIRA LIRA, Anny Laura *et al.* Effects of contact with crude oil and its ingestion by the symbiotic polychaete *Branchiosyllis* living in sponges (*Cinachyrella* sp.) following the 2019 oil spill on the tropical coast of Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 801, p. 149655, 2021.

DOULATOV, Sergei *et al.* Hematopoiesis: a human perspective. **Cell stem cell**, v. 10, n. 2, p. 120-136, 2012.

ENCARNAÇÃO, Andresa de Jesus da. Ocorrência de compostos organoclorados em Chumbinho (*Anomalocardia brasiliensis*) na Baía de Todos os Santos.

GADELHA, Mariana. Pesquisadores identificam óleo em corais e sedimentos marinhos. Rio Grande do Norte: **UFRN**, 18 out. 2019. Disponível em: <https://www.ufrn.br/imprensa/noticias/30045/pesquisadores-identificam-oleo-em-corais-e-sedimentos-maritimos>. Acesso em: 10 maio 2022.

GILL, Duane A.; PICOU, J. Steven; RITCHIE, Liesel A. The Exxon Valdez and BP oil spills: A comparison of initial social and psychological impacts. **American Behavioral Scientist**, v. 56, n. 1, p. 3-23, 2012.

HOWARD, D.W.; LEWIS, E.J.; KELLER, B.J.; SMITH, C.S. Histological Techniques for Marine Bivalve Mollusks and Crustaceans. **NOAA Technical Memorandum**. p.218, 2004

KERR, Jeffrey Bryce. Functional histology. **Mosby International**, 2010.

LAVANDER, Henrique D. et al. Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 344-350, 2011.

MAGALHÃES, Karine Matos et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fishery resources affected by the 2019 oil spill in Brazil: Short-term environmental health and seafood safety. **Marine Pollution Bulletin**, v. 175, p. 113334, 2022.

NARCHI, W. Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. **Papéis avulsos de Zoologia**, v. 27, n. 19, p. 235-262, 1974.

NEFF, Jerry M. et al. Histopathologic and biochemical responses in arctic marine bivalve molluscs exposed to experimentally spilled oil. *Arctic*, p. 220-229, 1987.

ORDINIOHA, Best; BRISIBE, Seiyefa. The human health implications of crude oil spills in the Niger delta, Nigeria: An interpretation of published studies. **Nigerian medical journal: journal of the Nigeria Medical Association**, v. 54, n. 1, p. 10, 2013.

PINTO, Stefane de Lyra. Os moluscos *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) e *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) como bioindicadores de poluição orgânica no estuário da baía de Pina, Recife-PE, Brasil. 2012.

RAMALHO, Cristiano Wellington Noberto. Os possíveis impactos dos vazamentos de óleo nas comunidades pesqueiras artesanais em Pernambuco: um breve e provisório balanço. **Recife: Núcleo de Estudos Humanidades, Mares e Rios, Universidade Federal de Pernambuco**, 2019.

RODRIGUES, Allyssandra Maria; AZEVEDO, Celicina Borges; DA SILVA, Gustavo Henrique Gonzaga. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791)(Bivalvia, Veneridae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, 2010.

SANTOS, Douglas. O que se sabe até agora sobre o derramamento de óleo no Nordeste.[S.l.]:WWF, 12 nov. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?73944/O-que-se-sabe-ate-agora-sobre-o-derramamento-de-oleo-no-Nordeste>. Acesso em: 6 maio 2022.

SCHALCH, Ergio HC; DE MORAES, Flávio R.; DE MORAES, Julieta RE. Efeitos do parasitismo sobre a estrutura branquial de *Leporinus macrocephalus* Garavello e Britsk, 1988 (Anastomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária= Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, p. 110-115, 2006.

SHEIR, Sherin K.; HANDY, Richard D.; GALLOWAY, Tamara S. Tissue injury and cellular immune responses to mercuric chloride exposure in the common mussel *Mytilus edulis*: modulation by lipopolysaccharide. **Ecotoxicology and Environmental safety**, v. 73, n. 6, p. 1338-1344, 2010.

SILVA, Gabriela da *et al.* Composição do cascalho e efeito sobre berbigões da reserva extrativista marinha do Pirajubaé, Florianópolis/SC. 2017.

SOARES, Marcelo Oliveira et al. The most extensive oil spill registered in tropical oceans (Brazil): the balance sheet of a disaster. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-9, 2022.

TECHNIQUES. *In*: A. BELL, Thomas; V. LIGHTNER, Donald. A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. Arizona, USA: **World Aquaculture Society**, 1988. ISBN 0-935868-37-2.

VILLALBA, Antonio; CARBALLAL, María J.; LÓPEZ, Carmen. Disseminated neoplasia and large foci indicating heavy haemocytic infiltration in cockles *Cerastoderma edule* from Galicia (NW Spain). **Diseases of aquatic organisms**, v. 46, n. 3, p. 213-216, 2001.

WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES (ed.). *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791). [*S. l.*]: **World Register of Marine Species (WoRMS)**, 2009. Disponível em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=420930#attributes>. Acesso em: 9 maio 2022.

YANG, Chun-Yuh *et al.* Female lung cancer mortality and sex ratios at birth near a petroleum refinery plant. **Environmental Research**, v. 83, n. 1, p. 33-40, 2000.