



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**INCIDÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS EM *Anomalocardia brasiliiana* NO ESTUÁRIO
DE ITAPESSOCA EM GOIANA, PERNAMBUCO.**

David Nunes Aguiar Bruzaca

**Recife,
Agosto/2021**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**INCIDÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS EM *Anomalocardia brasiliiana* NO ESTUÁRIO
DE ITAPESSOCA EM GOIANA, PERNAMBUCO.**

David Nunes Aguiar Bruzaca

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Orientador

Profa. Dra. Flávia Lucena Frédou

Co-orientador

Recife,
Agosto/2021

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)

B914i

Bruzaca, David Nunes Aguiar Bruzaca

Incidência de microplásticos em Anomalocardia brasiliana no estuário de Itapessoca em Goiana, Pernambuco. /
David Nunes Aguiar Bruzaca Bruzaca. - 2021.
32 f. : il.

Orientador: Alfredo Olivera Galvez.

Coorientadora: Flavia Lucena Fredou.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos
Pesqueiros e Aquicultura, Recife, 2021.

1. Marisco. 2. Poluição. 3. Microplásticos. I. Galvez, Alfredo Olivera, orient. II. Fredou, Flavia Lucena, coorient. III.
Título

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**INCIDÊNCIA DE MICROPLÁSTICOS EM *Anomalocardia brasiliiana* NO ESTUÁRIO
DE ITAPESSOCA EM GOIANA, PERNAMBUCO.**

David Nunes Aguiar Bruzaca

Dissertação julgada adequada para obtenção do
título de mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
20/08/2021 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Luis Otávio Brito da Silva

Membro interno

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Jéssika Lima de Abreu

Membro externo

Dedicatória

Dedico esta dissertação a meu querido avô
(in memoriam), cuja presença foi essencial
na minha vida.

Agradecimentos

A Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida.

A minha avó Maria do Socorro pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

À minha querida companheira Géssica Mota pelo seu amor incondicional e por compreender minha dedicação ao projeto de pesquisa.

Ao meu professor orientador Alfredo Gálvez pela oportunidade.

A minha coorientadora Flávia Lucena pela orientação e por ceder espaço no Bioimpact e no LMI.

A todos os meus amigos que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentei, sempre com o espírito colaborativo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Também quero agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Resumo

A poluição por plástico e seus impactos em ambientes marinhos têm sido estudadas com frequência ao longo dos anos, e mais especificamente, os microplásticos tem se revelado um problema de proporções ainda desconhecidas estando presente em todos os ambientes de diversas formas. Com isso, diversos estudos vêm sendo realizados com o intuito de monitorar os níveis de poluição por partículas microscópicas de plástico nos ambientes marinhos e os moluscos bivalves como ostras, mexilhões e mariscos vem sendo utilizados em diversas partes do mundo e se mostraram eficientes como organismos sentinelas da poluição por microplásticos. Neste trabalho de dissertação a espécie de molusco bivalve analisada foi a *Anomalocardia brasiliiana*, uma espécie de molusco bivalve que ocorre em toda costa do Brasil. 90% dos indivíduos analisados apresentaram contaminação por microplásticos e uma média de $5,15 \pm 3,80$ partículas de microplásticos por indivíduo, estima-se também que para cada grama de partes moles de *A. brasiliiana* encontra-se uma média de $3,66 \pm 2,59$ partículas de microplástico. Podendo-se concluir que os mariscos da espécie *A. brasiliiana* se mostram adequados para a realização do monitoramento dos níveis de poluição por microplásticos tanto na costa do estado de Pernambuco quanto dos demais locais na costa brasileira onde há ocorrência da espécie.

Palavras-Chave: Itapessoca; Microplásticos; Poluição; Marisco; Goiana.

Abstract

Plastic pollution and its impacts on marine environments have been studied frequently over the years, and more specifically, microplastics have proved to be a problem of unknown proportions, being present in all environments in different ways. Thus, several studies have been carried out in order to monitor the levels of pollution by microscopic plastic particles in marine environments and bivalve molluscs such as oysters, mussels and shellfishes have been used in different parts of the world and have proven to be efficient as sentinel organisms from pollution by microplastics. In this dissertation work the species of bivalve mollusc analyzed was *Anomalocardia brasiliiana*, a species of bivalve mollusc that occurs along the entire coast of Brazil. 90% of the individuals analyzed presented contamination by microplastics and an average of 5.15 ± 3.80 particles of microplastics per individual, it is also estimated that for each gram of soft tissue of *A. brasiliiana* there is an average of 3.66 ± 2.59 microplastic particles. It can be concluded that shellfish of the species *A. brasiliiana* are suitable for monitoring the levels of pollution by microplastics both on the coast of the state of Pernambuco and in other places in the Brazilian coast where the species occurs.

Key words: Itapessoca; Microplastics; Pollution; Shellfish; Goiana.

Lista de Figuras

Figura 1. Ponto de coleta no litoral norte de Pernambuco: Estuário de Itapessoca, Goiana-PE.(Fonte: GOOGLE EARTH, 2021)	17
Figura 2. Os morfotipos de partículas de microplásticos encontrados nos indivíduos de <i>A. brasiliana</i> foram a) pellet, b) fragmento e c) fibra.	20
Figura 3. Proporção de morfotipos encontrados nos indivíduos de <i>Anomalocardia brasiliana</i> analisados.	21

Lista de Tabelas

Tabela 1. Concentrações de microplásticos em moluscos bivalves reportados mundialmente digeridos com solução de KOH 10%.....	22
--	----

Sumário

Dedicatória	4
Agradecimentos	5
Resumo.....	6
Abstract	7
Lista de Figuras.....	8
Lista de Tabelas	9
1.Introdução	11
1.1 Contextualização da pesquisa.....	11
1.2 Objetivos do trabalho	14
1.3 Hipótese.....	14
2. Artigo científico: Presença de microplásticos no molusco bivalve <i>Anomalocardia brasiliana</i> capturado no litoral norte de Pernambuco.	14
3. Considerações Finais	28
4. Referências	28

1. Introdução

1.1 Contextualização da pesquisa

A poluição por plástico e seus impactos em ambientes marinhos têm sido estudadas com frequência ao longo dos anos, principalmente após o aperfeiçoamento das técnicas de polimerização e a criação de novos tipos de plástico no início do século XX, como o poliestireno e o policloreto de vinil, que causaram o aumento na produção de plásticos de forma exponencial em todo o mundo (GONÇALVES, 2016). Segundo a Plastic Europe (2018), a produção mundial de plástico cresceu drasticamente de 1,7 milhões de toneladas no ano de 1950 para 350 milhões de toneladas no ano de 2017, e com ela os resíduos plásticos no ambiente marinho. Barnes et al. (2009) estimaram que 10% do plástico produzido mundialmente acaba poluindo o ambiente marinho e que este compõe cerca de 60% a 80% de todo lixo marinho (MOORE, 2008; BARNES et al. 2009 ; GONÇALVES, 2016).

Apesar de o plástico fazer parte da rotina humana e de sua grande versatilidade e utilidade, podendo estar presente em roupas, embalagens de comida, peças de máquinas e ferramentas (PLASTIC EUROPE, 2018), o descarte indevido deste material pode acarretar vários problemas devido a sua resistência a degradação, sendo reconhecido mundialmente como um problema ambiental (GREGORY, 2009). Entre os impactos causados aos ambientes marinhos relacionados a este resíduo plástico estão: a contaminação das águas com aditivos químicos tóxicos (ASCER, 2015); o emaranhamento dos animais, que pode matar por asfixia ou inanição; o auxílio na invasão de espécies exóticas (GOLDSTEIN et al, 2012); e a ingestão dos resíduos plásticos por organismos aquáticos, que reduzem a qualidade de vida, o potencial reprodutivo dos animais e pode até os levar a subnutrição e morte (GREGORY, 2009), afetando organismos marinhos vertebrados e invertebrados (GONÇALVES, 2016).

Com o conhecimento dos impactos ambientais causados pelo plástico e sua variedade de formas e tamanhos, os mesmos foram classificados como: macroplásticos (>25mm), mesoplásticos (5-25mm) e microplásticos (<5mm) (Arthur et al., 2009; DEHAUT et al., 2016). Desde os anos 60 os impactos causados pelo macroplástico no ambiente marinho são amplamente documentados e estudados (ASCER, 2015) todavia somente na década de 70 foram feitos os primeiros registros sobre partículas milimétricas de resíduos plásticos (CARPENTER et al., 1972). Estas pesquisas se multiplicaram ao longo do tempo e, em 2004, o termo “microplástico” foi definido como partículas menores que 5mm pela NOAA (ASCER, 2015).

Estes microplásticos podem chegar ao ambiente marinho de diversas formas e de diferentes origens, podendo vir de resíduos plásticos maiores que se fragmentam com a ação das ondas, ventos e raios ultravioleta (ANDRADY, 2011), ou como partículas fabricadas em pequenas dimensões, podendo ser esféricas, irregulares e até em pó, denominadas pellets plásticos. Estes pellets podem chegar ao ambiente antes do consumo, pelo descarte indevido no processo de fabricação e erros no transporte, e após o consumo, no uso dos pellets em produtos com propriedades abrasivas como esfoliantes, pastas de dente, sabonetes e etc (FENDALL e SEWELL, 2009).

Com isso, torna-se inevitável a contaminação de organismos aquáticos através a ingestão, inalação e até absorção dérmica do microplástico, trazendo alterações degenerativas nos tecidos de diversos animais e se tornando uma potencial rota de absorção de contaminantes químicos por estes (KOELMANS et al, 2016). A ingestão do microplástico acontece desde consumidores primários como larvas de peixes, moluscos bivalves e outros organismos filtradores que se alimentam do fitoplâncton até predadores de topo de cadeia pelo consumo de presas contaminadas e exposição direta a estas partículas.

Os moluscos bivalves como os do gênero *Mytilus* e *Crassostrea* têm sido amplamente estudados quanto à contaminação com microplásticos como organismos modelo e bioindicadores (VAN CAUWENBERGHE e JANSSEN, 2014; VAN CAUWENBERGHE et al., 2015; ROCHMAN et al., 2015). Os estudos mostraram não só a presença do microplástico, mas as consequências de sua presença nos tecidos destes bivalves. Paul-Pont et al. (2016) relataram que os microplásticos foram capazes de causar alterações degenerativas nos tecidos das brânquias, glândula digestiva e intestino dos mexilhões marinhos do gênero *Mytilus*. Já Sussarellu et al. (2016) observaram experimentalmente que a contaminação por microplásticos de poliestireno em ostras da espécie *Crassostrea gigas* causou uma diminuição de 38% no número de ovócitos e 23% na velocidade do espermatozóides, prejudicando a capacidade reprodutiva do molusco e trazendo impactos significativos no rendimento e desenvolvimento das progênes das ostras expostas a este contaminante.

Van Cauwenberghe e Janssen (2014) investigaram a presença de microplástico em duas espécies de bivalves amplamente cultivados e consumidos na Europa, o *Mytilus edulis* e a *Crassostrea gigas*, identificando uma carga de microplásticos de $0,36 \pm 0,07$ partículas g^{-1} (peso molhado) de *M. edulis* e de $0,46 \pm 0,16$ partículas g^{-1} (peso molhado) de *C. gigas* e estimando que os consumidores europeus destes produtos podem estar sendo expostos a 11.000 partículas de microplásticos por ano, trazendo não só a problemática dos microplásticos ao cultivo e captura, visto que segundo os autores a alta proporção de

microplásticos em frutos do mar cria um grande risco à segurança alimentar. Segundo Sharma e Chatterjee (2017), o consumo de microplásticos por seres humanos podem causar alterações cromossômicas que levam a infertilidade, obesidade e o surgimento de câncer.

No Brasil, o último boletim estatístico indicou que o cultivo e a captura de moluscos bivalves produziu um total de 27.410 t no ano de 2011, sendo representados principalmente pelos sururus (*Mytella* spp.), mexilhões (*Perna perna*), ostras (*Crassostrea* spp.), berbigões (*Anomalocardia brasiliiana*) e vieiras (*Euvola ziczac*) (ICMBIO, 2011). Entre estes, podemos destacar a importância econômica e social das ostras e berbigões, que são principalmente exploradas por comunidades tradicionais em toda a costa brasileira.

No estado de Pernambuco, a *A. brasiliiana*, conhecida popularmente como marisco-pedra, encontra-se principalmente no litoral norte do estado, onde as atividades da pesca artesanal para a espécie são tradicionalmente realizadas por mulheres pescadoras denominadas “marisqueiras” (BARREIRA e ARAÚJO, 2018). Sendo assim, a mariscagem pode ser entendida como uma atividade pesqueira baseada na coleta de moluscos bivalves em áreas de grande produtividade biológica, em sua maioria localizada em territórios de comunidades tradicionais, possuindo grande importância no sustento financeiro, alimentar e cultural das comunidades locais (EL-DEIR, 2009). Apesar de esta região ser explorada principalmente por pescadores artesanais e produtores familiares, a produção de pescado no local tem grande importância na subsistência destas populações tradicionais e no abastecimento dos mercados locais.

Estudos no estuário de Goiana, localizado no litoral norte de Pernambuco, evidenciaram a presença de partículas de microplásticos em peixes e no plâncton (DANTAS et al., 2012; LIMA et al., 2014). Sendo assim, os mariscos coletados na região podem estar expostos também a este tipo de contaminação. Segundo Franzellitti et al. (2019), os tecidos do sistema digestivo e respiratórios são os principais acumuladores de microplásticos, visto que os moluscos são consumidos inteiros. Diferente dos peixes, onde as vísceras são descartadas antes do consumo, todo microplástico acumulado no bivalve provavelmente será ingerido por seus consumidores. Devido a isso, se faz necessário o conhecimento e a quantificação de microplásticos nos moluscos bivalves coletados nas regiões estuarinas de Goiana-PE a fim de melhor conhecimento da exposição dos consumidores deste pescado a este contaminante.

1.2 Objetivos do trabalho

1.2.1- Objetivo Geral

Verificar a incidência de microplásticos em moluscos da espécie *Anomalocardia brasiliana* no estuário de Itapessoca em Goiana, Pernambuco.

1.2.2- Objetivos específicos

- Quantificar a presença de microplásticos no molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* do estuário de Itapessoca, no município de Goiana-PE.
- Identificar as partículas de microplásticos presentes na *Anomalocardia brasiliana* de acordo com seu morfotipo.

1.3 Hipótese

- Os mariscos da espécie *Anomalocardia brasiliana* capturados no estuário de Itapessoca estão contaminados com microplásticos.

2. Artigo científico: Presença de microplásticos no molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* capturado no litoral norte de Pernambuco.

PRESENÇA DE MICROPLÁSTICOS NO MOLUSCO BIVALVE *Anomalocardia brasiliana* CAPTURADO NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO.

RESUMO

Nos ambientes marinhos, devido a grande quantidade de material plástico descartada nos oceanos, a poluição por plástico chega a representar cerca de 60-80% de todo lixo marinho. Com isso, partículas de tamanho reduzido denominadas microplásticos se espalharam por todos os ambientes e se inseriu em toda cadeia alimentar. Devido a esta problemática, moluscos bivalves vêm sendo utilizados como bioindicadores de poluição por microplásticos. No presente estudo moluscos bivalves da espécie *Anomalocardia brasiliana* capturados a região do estuário de Itapessoca em Goiana- Pernambuco, Brasil, foram analisados e 90% dos indivíduos apresentou partículas contaminantes de microplásticos em seu tecido, foi identificada uma média de $5,15 \pm 3,80$ partículas de microplástico por indivíduo e para cada

grama de tecido das partes moles foram encontradas $3,66 \pm 2,59$ partículas de microplástico. Com isso, a espécie estudada se mostrou adequada para o monitoramento dos níveis de poluição por microplásticos na costa do estado de Pernambuco, Brasil.

ABSTRACT

In marine environments, due to the large amount of plastic material discarded in the oceans, plastic pollution represents around 60-80% of all marine litter. As a result, particles of reduced size called microplastics spread throughout all environments and entered the entire food chain. Due to this problem, bivalve molluscs have been used as bioindicators of pollution by microplastics. In the present study, bivalve molluscs of the species *Anomalocardia brasiliana*, captured in the region of the Itapesoca estuary in Goiana-Pernambuco, Brazil, were analyzed and 90% of the individuals presented contaminating microplastic particles in their tissue, an average of 5.15 ± 3.80 microplastic particles per individual was identified and for each gram of soft tissue tissue 3.66 ± 2.59 microplastic particles were found. Thus, the studied species proved to be suitable for monitoring the levels of pollution by microplastics on the coast of the state of Pernambuco.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento drástico na produção de plástico no planeta desde o início do século XX, a poluição por plástico se tornou um problema ambiental que continua crescendo e afetando todos os ambientes. No ambiente marinho, devido à grande quantidade deste material liberado nos oceanos, o plástico representa entre 60-80% de todo o lixo marinho (MOORE, 2008; BARNES et al. 2009; GONÇALVES, 2016).

Os microplásticos são definidos como partículas de polímeros plásticos com tamanho inferior a 5mm (ARTHUR et al., 2009; DEHAUT et al., 2016). Estes podem também ser divididos em microplásticos primários, que são partículas fabricadas em tamanho microscópico para utilização na indústria (NEVES et al., 2015; LOPEZ-MONROY, 2019), ou microplásticos secundários, que são as partículas originadas pela fragmentação e degradação de itens plásticos de maior tamanho (AUTA et al. 2017; REGUEIRA et al, 2019). Por conta do tamanho reduzido (WRIGHT et al. 2013) e da grande quantidade de lixo plástico descartada nos ambientes marinhos, o microplástico se inseriu em toda cadeia trófica, contaminando desde o zooplâncton até os grandes cetáceos (REGUEIRA et al, 2019),

oferecendo risco à saúde de todos os animais, podendo afetar estes organismos de diferentes formas, acumulando e causando alterações principalmente no sistema digestivo e respiratório (WRIGHT et al., 2013; FRANZELLITTI et al., 2019). Nos seres humanos, o microplástico pode causar alterações cromossômicas, tendo como consequência a infertilidade, obesidade e o até surgimento de câncer (SHARMA e CHATERJEE, 2017).

Devido a esta problemática, os moluscos bivalves vêm sendo amplamente usados como bioindicadores de poluição por microplásticos (VAN CAUWENBERGHE e JANSSEN, 2014; VAN CAUWENBERGHE et al., 2015; ROCHMAN et al., 2015; REGUEIRA et al., 2019). Por estar presente naturalmente em diversos ambientes costeiros e por serem animais filtradores, estes bivalves acabam acumulando partículas de microplástico em seu tecido, estando associados principalmente ao tecido do trato digestivo e brânquias. Estudos realizados na Espanha reportaram a presença de microplásticos em mexilhões selvagens (*Mytilus* spp.) (REGUEIRA et al., 2019). No Peru foi reportada a presença de microplásticos na vieira peruana *Agropecten purpuratus*, comercializada nos mercados de peixes de Lima (DE-LA-TORRE et al., 2019). Já no Uruguai foi detectada a presença do microplástico na amêijoia amarela *Amarilladesma mactroides* (AZAMBUJA e EGUEZ, 2020).

No Brasil, a captura e cultivo de moluscos bivalves são feitas principalmente por comunidades tradicionais que residem na costa. Dentre os principais representantes dos moluscos bivalves consumidos no Brasil estão os sururus (*Mytella* spp.), mexilhões (*Perna perna*), ostras (*Crassostrea* spp.), berbigões (*Anomalocardia brasiliana*) e vieiras (*Euvola ziczac*) (ICMBIO, 2011).

No litoral norte de Pernambuco, na região nordeste do Brasil, a captura de moluscos bivalves é conhecida como mariscagem, atividade praticada geralmente por mulheres denominadas marisqueiras, que coletam esses animais e comercializam como sua principal fonte de renda (BARREIRA e ARAÚJO, 2018). Nestas comunidades tradicionais de pescadores, os mariscos fazem parte de sua dieta e grande parte dos animais capturados são transportados para Recife, a capital de Pernambuco, abastecendo o mercado local. Com isso, o presente estudo teve o propósito de avaliar o nível de contaminação dos mariscos da espécie *Anomalocardia brasiliana* coletados no estuário de Itapessoca em Goiana, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo se encontra na região norte do litoral de Pernambuco, mais precisamente no estuário do Rio Itapessoca localizado no distrito de Ponta de Pedras no município de Goiana, neste complexo estuarino se desenvolvem as atividades da pesca artesanal, como a coleta de mariscos (mariscagem) e a captura de peixes e crustáceos, que por sua vez sustentam as famílias das comunidades tradicionais de pescadores do local. Nas regiões circunvizinhas ao estuário os interesses econômicos, principalmente nos setores da aquicultura, imobiliário e turístico, aumentaram a influência antrópica nas regiões do complexo estuarino.

Ponto de coleta

Os exemplares de *A. brasiliana* foram coletados nas coordenadas 7°40'37"S 34°50'24"W onde fica localizada a praia de Barra de Catuama, no estuário do Rio Itapessoca (Figura 1.), local de captura da espécie por comunidades tradicionais de pescadores, onde a coleta destes organismos é feita na baixa-mar pelas marisqueiras.

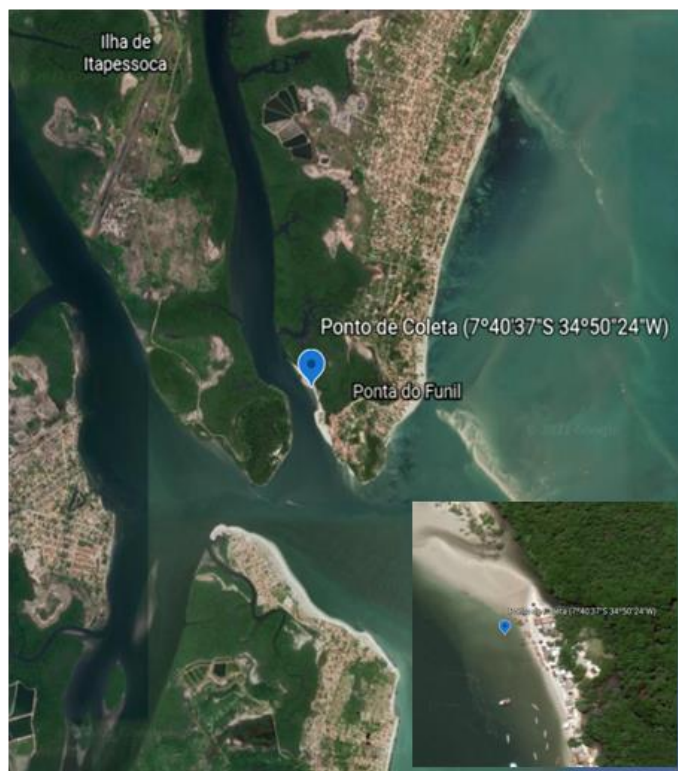


Figura 1. Ponto de coleta no litoral norte de Pernambuco: Estuário de Itapessoca, Goiana-PE.(Fonte: GOOGLE EARTH, 2021)

Coleta e armazenamento de material biológico

As coletas de material biológico foram realizadas no ponto selecionado, onde foram capturados por mês 20 exemplares de *Anomalocardia brasiliana* nos meses de outubro de 2019, dezembro de 2019 e fevereiro de 2020, totalizando 60 indivíduos coletados. Os horários das coletas foram dispostos de acordo com a baixa-mar nas marés de sizígia. Após a coleta, os indivíduos foram armazenados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Maricultura Sustentável onde permaneceram congelados a temperatura de -20°C até momento do processamento das amostras.

Biometria individual

Na realização da biometria individual foram obtidos o comprimento da concha, sendo este a distância máxima no eixo antero-posterior (Cc,mm), e a altura da concha, sendo esta a distância máxima no eixo dorso-ventral (Ac,mm) (OLIVEIRA et al., 2013), utilizando paquímetro com precisão de 0,002 mm, enquanto o peso total (Pt = Concha + Partes moles, g) e o peso das partes moles (Pm, g) foram aferidos em balança analítica.

Quantificação do microplástico presente nos moluscos

A quantificação do microplástico nos moluscos foram feitas de acordo com o procedimento de Dehaut et al. (2016). Para isso, os indivíduos de ambas as espécies foram dissecados e as partes moles dos moluscos passaram por um processo de digestão em solução de KOH 10% com incubação em estufa a 60°C por 24H. Após este processo, os microplásticos foram filtrados em um filtro milipore de fibra de vidro com poros de 1 µm (Merck Millipore AP1504700), com o auxílio de uma bomba de vácuo e um kit de filtração de vidro, as amostras foram lavadas com água destilada previamente filtrada, secas em estufa e, por fim, observadas em microscópio óptico para a quantificação das partículas de microplásticos.

Identificação das partículas de microplástico

Após a secagem dos filtros de fibra de vidro na estufa, estes filtros foram dispostos em uma câmara de vidro feita sob medida para a identificação e contabilização das partículas de microplásticos presentes em cada indivíduo analisado. Para a análise dos filtros foi utilizado um microscópio óptico com câmera digital acoplada, estes foram observados utilizando as lentes de aumento de 4X, 10X e, quando necessário, a lente de 40X foi utilizada para melhor visualização

das partículas de menor tamanho. As partículas de microplásticos foram caracterizadas de acordo com a sua morfologia (GALGANI et al., 2013).

Contaminação laboratorial

Para evitar a contaminação das amostras no decorrer dos processos de triagem e análise foram utilizados recipientes estéreis em todos os processos. A sala e os aparelhos de análise foram previamente higienizados e os processos de análise foram realizados com menor tempo possível de exposição ao ar. Para evitar contaminações dos materiais todas as vidrarias e amostras foram lavadas com água destilada pré-filtrada em filtro de fibra de vidro milipore de 1 µm (Merck Millipore AP1504700). No momento da análise dos filtros de fibra de vidro em microscópio, foi utilizada uma câmara de vidro fabricada sob medida para impedir a ocorrência de contaminação por via aérea durante a observação dos filtros no microscópio. Para quantificar possíveis contaminações por fibras e poeiras em todos os processos foi feita uma amostra em branco para cada bateria de 10 amostras, passando tanto pelo processo de biometria quanto pela filtração em milipore de fibra de vidro, para atestar a ausência de contaminantes e minimizar os erros de quantificação no processo, como recomendado por Cole et al.(2014).

Análise de dados

Para a obtenção dos dados relacionados ao número de partículas presentes em cada indivíduo analisado, foi levado em consideração somente o peso das partes moles (Pm), onde a concentração de microplásticos (Cm) no animal foi calculada da seguinte forma (Eq.1):

$$Cm = \frac{N^{\circ} \text{ de partículas}}{Pm}$$

Os dados obtidos com o processamento das amostras foram analisados com o auxílio do software R versão 4.1.0. Para a comparação entre as médias da concentração de microplásticos entre os meses de coleta, foi realizado o teste de Cramer-von Mises para a normalidade e o teste de Barlett para a homocedasticidade dos dados. Já para a comparação das médias foi realizada a análise de variância (ANOVA one-way).

RESULTADOS

O peso total dos exemplares de *A. brasiliana* variou entre 4,32g e 16,82g, com média de 9,19±2,90g. Já o peso úmido das partes moles (Pm) variou entre 0,83g e 2,60g, tendo como peso

médio $1,44 \pm 0,38$ g. Dos 60 indivíduos analisados somente em 10% dos indivíduos não foi detectada a presença de partículas de microplástico. A quantidade de partículas encontradas nos indivíduos variou entre 0 e 16 partículas e a média de partículas nos exemplares de *A. brasiliensis* foi de $5,15 \pm 3,80$ partículas de microplástico por indivíduo. Quanto à concentração de microplásticos presente nas partes moles dos mariscos analisados, esta variou entre 0 e 9,44 partículas g^{-1} de Pm e a média foi de $3,66 \pm 2,59$ partículas g^{-1} de Pm. Não houve diferença estatística entre as médias da concentração de microplástico nas partes moles dos indivíduos nos diferentes meses de coleta (p-value= 0,091).

Na totalidade foram identificadas 309 partículas de microplástico presentes nos filtros utilizados para filtragem das partes moles digeridas dos 60 exemplares de *A. brasiliensis*, sendo 54% destas identificadas como fragmentos (Figura 2b), 43% como fibras (Figura 2c) e 3% como pellets (Figura 2a). Das seis amostras em branco, somente uma amostra apresentou contaminação por microplástico, com uma única partícula de microplástico encontrada, uma fibra de coloração roxa. Nos demais filtros das amostras em branco não foram encontradas partículas de microplástico, tendo então como média 0,16 partículas por filtro.

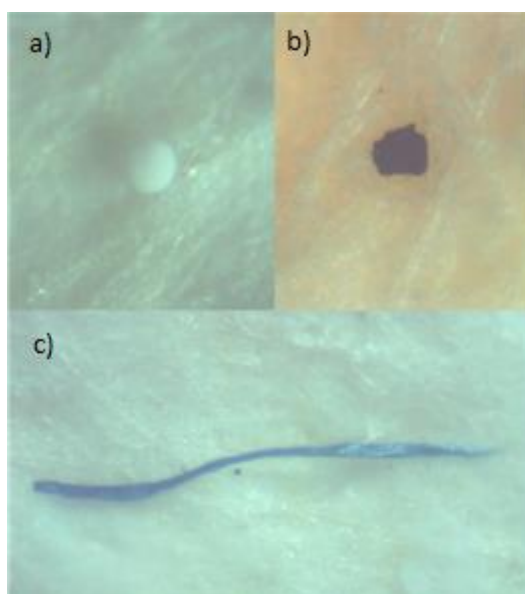


Figura 2. Os morfotipos de partículas de microplásticos encontrados nos indivíduos de *A. brasiliensis* foram a) pellet, b) fragmento e c) fibra.

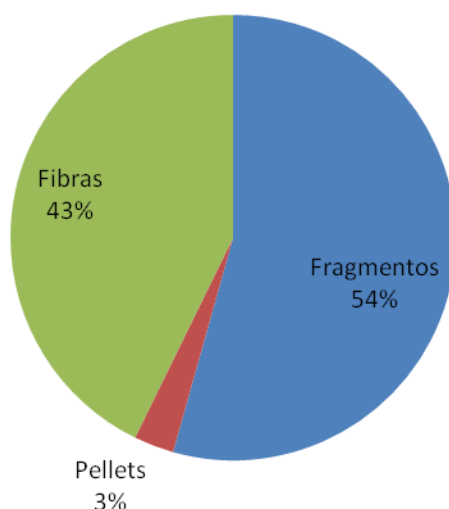


Figura 3. Proporção de morfotipos encontrados nos indivíduos de *Anomalocardia brasiliana* analisados.

DISCUSSÃO

Na região de Mangue Seco, que fica próxima ao estuário de Itapessoca em Goiana, foi reportado que o peso total dos indivíduos capturados para comercialização variou entre 0,03g e 16,66g, e o peso das partes moles variaram de 0,01g a 9,48g (SOUZA, 2012), o que coincide com os valores encontrados no presente estudo, concluindo que os indivíduos analisados tinham o tamanho comercial. No estado de Pernambuco não foi realizado nenhum estudo anterior sobre a contaminação de moluscos bivalves por microplásticos, sendo este o primeiro registro para a região. Apesar da dificuldade em comparar os valores encontrados no presente estudo com outros trabalhos, devido à diferença entre as espécies e métodos de análise utilizados, no Sudeste do Brasil, um estudo realizado no estado do Rio de Janeiro, na baía de Guanabara, Birnstiel et al. (2019) identificaram uma média de $31,2 \pm 17,8$ partículas de microplásticos por indivíduo da espécie do mexilhão *Perna perna* selvagem e cultivado, e média de 4,12 partículas. g⁻¹ de partes moles. Já no Sul do Brasil, no estado do Paraná, Vieira et al. (2021) realizaram um estudo para detectar a presença de partículas de microplásticos no hepatopaneas de ostras da espécie *Crassostrea gasar*, onde foi encontrada uma média de 9,6 partículas de microplástico para 150mg de hepatopaneas analisado. Com a padronização dos métodos de análise e utilização da mesma espécie, pode-se tornar possível o monitoramento dos níveis de poluição por microplásticos em toda costa brasileira.

Além do monitoramento quanto ao nível de poluição, podemos estimar também o nível de exposição à partículas de microplásticos pelos consumidores de *Anomalocardia brasiliana* nas proximidades do estuário de Itapessoca em Goiana, já que os animais capturados são consumidos principalmente pelas comunidades tradicionais de pescadores e comercializados nos mercados de peixes tanto em Goiana quanto nas cidades vizinhas. Segundo a pesquisa de Silva-Cavalcanti e Costa (2009) são capturados entre 10-17kg de carne de mariscos por dia, com os dados encontrados no presente estudo estima-se que a cada kilo de carne de marisco, capturados na região estudada, os consumidores deste pescado podem estar sendo expostos a cerca de 3660 partículas de microplásticos.

Pesquisadores ao redor do mundo vêm utilizando os moluscos bivalves como sentinelas da poluição por microplásticos. Na Espanha, Regueira et al. (2019) reportaram que nos mexilhões do gênero *Mytillus*, a quantidade de partículas de microplástico variou entre 0 e 14 partículas por indivíduo, e a média de partículas encontradas foi de $3,05 \pm 2,67$ partículas por indivíduo, além disso foi possível comparar os padrões de poluição em duas áreas de coleta diferentes, Ria de Vigo e mar Cantábrico, localizados no norte da Espanha. Já Bråte et al. (2018), na costa da Noruega, reportaram que os *Mytillus* spp. analisados tiveram entre 0 e 6 partículas por indivíduo, com uma média de 1,5 partículas por indivíduo, e afirmaram que devido a diferenças nos métodos de análise os valores encontrados não poderiam ser comparados com outros estudos, mas a comparação de diferentes áreas no mesmo estudo pode revelar diferentes padrões de poluição ao longo da costa (Tabela 1). Os valores encontrados no presente estudo, utilizando o método de digestão com solução de KOH a 10%, indicam que assim como outras espécies de moluscos bivalves, a *Anomalocardia brasiliana* é uma espécie adequada para o monitoramento da poluição por microplásticos, já que ela se distribui amplamente por toda costa do Brasil (BELÉM et al. 2013).

Tabela 1. Concentrações de microplásticos em moluscos bivalves reportados mundialmente digeridos com solução de KOH 10%.

Área Geográfica	Espécie	Concentração de microplástico (MP.g ⁻¹ Pm)	Quantidade de Microplásticos por indivíduo (MP. Ind ⁻¹)	Referência
-----------------	---------	---	---	------------

França	<i>Mytilus spp.</i>	0,23±0,20	0,60±0,56	Phuong et al.,(2018)
Noruega	<i>Mytilus spp.</i>	0,97	1,5	Bråte et al. (2018)
Espanha (Ria de Vigo)	<i>Mytilus spp.</i>	1,59±1,28	2,19±1,57	Regueira et al.(2019)
Espanha (Mar Cantábrico)	<i>Mytilus spp.</i>	2,55±2,80	2,81±2,80	Regueira et al.(2019)
Peru (Lima)	<i>Agropecten purpuratus</i>	0,13±0,03	2,25±0,54	De-La-Torre et al.(2019)
Brasil (Goiana-PE)	<i>A.brasiliana</i>	3,66±2,59	5,15±3,80	Presente estudo

No presente estudo, apenas uma das amostras em branco apresentou contaminação por microplástico, tendo assim uma média de 0,16 partículas de microplástico por filtro. Este valor foi mais baixo que os encontrados por Catarino et al. (2018), Bråte et al. (2018), Karlsson et al. (2017) e Regueira et al. (2019). A utilização da câmara de análise em microscópio e a pré filtragem da água destilada utilizada para a lavagem das amostras pode ter ajudado na diminuição da contaminação durante o manuseio e análise das amostras.

Além do estudo quantitativo, a análise qualitativa das partículas de microplástico pode servir como referência no momento de identificação das fontes poluidoras dos ambientes costeiros. No ponto de coleta do estuário de Itapessoca, os fragmentos foi o tipo partícula mais abundante (54%), dessemelhante ao estudo realizado no Rio de Janeiro com mexilhões na baía de Guanabara (VIEIRA et al. 2021) e outros estudos no mundo, onde as fibras foram mais abundantes (DAVIDSON e DUDAS, 2016; MCGORAN et al., 2017; LI et al., 2019; ZHU et al., 2020.). Segundo a literatura, as regiões mais urbanizadas tendem a ter maior quantidade de fibras devido ao despejo de esgoto doméstico (GAGO et al. 2018). Outra fonte importante citada por Gago et al.

(2018) e Regueira et al (2019) são apetrechos de pesca abandonados no ambiente e até os dispositivos de cultivo de moluscos bivalves como camas, cordas e lanternas. Na região próxima ao estuário de Itapessoca as atividades econômicas mais comuns são a pesca artesanal, a aquicultura e o turismo, o nível de urbanização é muito inferior quando comparado a região da baía de Guanabara no Rio de Janeiro (BIRNISTIEL et al. 2019), o que pode justificar a maior quantidade de fragmentos em comparação com a quantidade de fibras presentes nos moluscos capturados em Goiana-PE.

CONCLUSÃO

Com as análises realizadas podemos concluir que os indivíduos da espécie *Anomalocardia brasiliana* capturados no estuário de Itapessoca em Goiana-PE estão contaminados com microplásticos. O morfotipo das partículas mais encontrado nos indivíduos analisados foram os fragmentos. Com isso, a utilização do molusco bivalve da espécie *A. brasiliana* como sentinela se mostrou promissora no monitoramento dos níveis de poluição por microplástico na costa do Brasil.

REFERÊNCIAS

ARTHUR, C.; BAKER, J. E.; BAMFORD, A. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008, University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA. 2009.

AUTA, H. S.; EMENIKE, C. U.; FAUZIAH, S. H. Screening of Bacillus strains isolated from mangrove ecosystems in Peninsular Malaysia for microplastic degradation. **Environmental Pollution**, v. 231, p. 1552-1559, 2017.

AZAMBUJA, F.; EGUEZ, R. Detección de microplásticos en almeja amarilla (*Amarilladesma mactroides*) en la costa rochense. 2020. **Tese (Doutorado)** – Universidad de La República Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguai.

BARNES, D.K.A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R.C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364. p. 1985-1998. 2009.

BARREIRA, C.; ARAÚJO, M. 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.

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

BELÉM, T. P.; MOURA, R. S. T.; HENRY-SILVA, G. G. Distribuição e densidade do bivalve *Anomalocardia brasiliana* em praias do Rio Grande do Norte durante um período de pluviosidade atípica. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 109-122, 2013.

BIRNSTIEL, S.; SOARES-GOMES, A.; DA GAMA, B. A. Depuration reduces microplastic content in wild and farmed mussels. **Marine pollution bulletin**, v. 140, p. 241-247, 2019.

BRÅTE, I. L. N.; HURLEY, R.; IVERSEN, K.; BEYER, J.; THOMAS, K. V.; STEINDAL, C. C.; GREEN, N. W.; OLSEN, M.; LUSHER, A. *Mytilus* spp. as sentinels for monitoring microplastic pollution in Norwegian coastal waters: A qualitative and quantitative study. **Environmental Pollution**, v. 243, p. 383-393, 2018.

CATARINO, A. I.; MACCHIA, V.; SANDERSON, W. G.; THOMPSON, R. C.; HENRY, T. B. Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. **Environmental pollution**, v. 237, p. 675-684, 2018.

COLE, M.; WEBB, H.; LINDEQUE, P. K.; FILEMAN, E. S.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. **Scientific reports**. n 4. 2014.

DAVIDSON, K.; DUDAS, S. E. Microplastic ingestion by wild and cultured Manila clams (*Venerupis philippinarum*) from Baynes Sound, British Columbia. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 71, n. 2, p. 147-156, 2016.

DEHAUT, A.; CASSONE, A. L.; FRÈRE, L.; HERMABESSIERE, L.; HIMBER, C.; RINNERT, E.; DUFLOS, G. Microplastics in seafood: benchmark protocol for their extraction and characterization. **Environmental Pollution**. n 215. p. 223-233. 2016.

DE-LA-TORRE, G. E.; MENDOZA-CASTILLA, L.; LAURA, R. P. Microplastic contamination in market bivalve *Argopecten purpuratus* from Lima, Peru. **Manglar**, v. 16, n. 2, p. 85-89, 2019.

FRANZELLITTI, S.; CANESI, L.; AUGUSTE, M.; WATHSALA, R. H.; FABBRI, E. Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. **Environmental toxicology and pharmacology**, v. 68, p. 37-51, 2019.

GAGO, J.; CARRETERO, O.; FILGUEIRAS, A. V.; VIÑAS, L. Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. **Marine pollution bulletin**, v. 127, p. 365-376, 2018.

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

GALGANI, F.; HANKE, G.; WERNER, S. D. V. L.; DE VREES, L. Marine litter within the European marine strategy framework directive. **ICES Journal of Marine Science**, v. 70, n. 6, p. 1055-1064, 2013.

GONÇALVES, A. C. S., Ocorrência de microplásticos em zonas intermareais e sua relação com variáveis ambientais. 2016. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de Lisboa, Lisboa.

GOOGLE EARTH website, 2021. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em: 19 julho 2021.

ICMBIO. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011, p28,p36, 2011.

KARLSSON, T. M.; VETHAAK, A. D.; ALMROTH, B. C.; ARIESE, F.; VAN VELZEN, M.; HASSELLÖV, M.; LESLIE, H. A. Screening for microplastics in sediment, water, marine invertebrates and fish: method development and microplastic accumulation. **Marine pollution bulletin**, v. 122, n. 1-2, p. 403-408, 2017.

LI, J.; LUSHER, A. L.; ROTCHELL, J. M.; DEUDERO, S.; TURRA, A.; BRÂTE, I. L. N.; SUN, C.; HOSSAIN, M. S.; LI, Q.; KOLANDHASAMY, P.; SHI, H. Using mussel as a global bioindicator of coastal microplastic pollution. **Environmental pollution**, v. 244, p. 522-533, 2019.

LÓPEZ-MONROY, F. Microplásticos en el ambiente marino. **SABER**, v. 31, p. 66-81, 2019.

MCGORAN, A. R.; CLARK, P. F.; MORRITT, D. J. E. P. Presence of microplastic in the digestive tracts of European flounder, *Platichthys flesus*, and European smelt, *Osmerus eperlanus*, from the River Thames. **Environmental Pollution**, v. 220, p. 744-751, 2017.

MOORE, C. J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 131-139, 2008.

NEVES, D.; SOBRAL, P.; FERREIRA, J. L.; PEREIRA, T. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. **Marine pollution bulletin**, 101(1), p.119-126, 2015.

OLIVEIRA, L.; LAVANDER, H.; RODRIGUES, S.; BRITO, L. O.; GÁLVEZ, A. O. Crescimento do berbigão, *Anomalocardia brasiliana* (Bivalvia: veneridae) na praia de Mangue Seco, Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciência Marinha**, Fortaleza, 2013, 46(1): 22 – 28.

REGUEIRA, P.; VIÑAS, L.; GAGO, J. Microplastics in wild mussels (*Mytilus* spp.) from the north coast of Spain. **Scientia Marina**, v. 83, n. 4, p. 337-347, 2019.

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

ROCHMAN, C. M.; TAHIR, A.; WILLIAMS, S. L.; BAXA, D. V.; LAM, R.; MILLER, J. T.; TEH, S. J. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. **Scientific reports**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2015.

SHARMA, S.; CHATTERJEE, S. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 27, p. 21530-21547, 2017.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; COSTA, M. F. Fisheries in protected and non-protected areas: is it different? The case of *Anomalocardia brasiliana* at tropical estuaries of northeast Brazil. **Journal of Coastal Research**, p. 1454-1458, 2009.

SOUZA, A. B. Relações alométricas da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) na praia de Mangue Seco, Pernambuco-Brasil. 2012. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VAN CAUWENBERGHE, L.; JANSSEN, C. R. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. **Environmental pollution**, v. 193, p. 65-70, 2014.

VAN CAUWENBERGHE, L.; DEVRIESE, L.; GALGANI, F.; ROBBENS J.; JANSSEN, C. R. Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects. **Marine environmental research**, v. 111, p. 5-17, 2015.

VIEIRA, K. S.; NETO, J. A. B.; CRAPEZ, M. A. C.; GAYLARDE, C.; DA SILVA PIERRI, B.; SALDAÑA-SERRANO, M.; BAINY, A. C. D.; NOGUEIRA, D. J.; FONSECA, E. M. Occurrence of microplastics and heavy metals accumulation in native oysters *Crassostrea Gasar* in the Paranaguá estuarine system, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 166, p. 112225, 2021.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZHU, X.; QIANG, L.; SHI, H.; CHENG, J. Bioaccumulation of microplastics and its in vivo interactions with trace metals in edible oysters. **Marine pollution bulletin**, v. 154, p. 111079, 2020.

3. Considerações Finais

Neste trabalho foi realizado o primeiro registro de contaminação de moluscos bivalves com microplásticos no litoral de Pernambuco. Pôde-se observar, com a análise dos indivíduos de *Anomalocardia brasiliana* capturados no estuário de Itapessoca em Goiana-PE, que a espécie é uma promissora sentinela dos níveis de poluição por microplásticos.

Há necessidade de maiores pesquisas quanto a análise qualitativa das partículas de microplásticos encontradas nos mariscos, a identificação dos tipos de polímeros encontrados nestes moluscos podem revelar um pouco mais sobre a origem do poluente.

Estudos futuros que levem em consideração a padronização do método de análise e espécie utilizada podem tornar possível o monitoramento dos níveis de poluição por microplásticos em diferentes pontos. Com isso, os dados do presente estudo futuramente poderão auxiliar na comparação de diferentes regiões tanto da costa de Pernambuco quanto outras regiões da costa brasileira onde há ocorrência da espécie *Anomalocardia brasiliana*.

4. Referências

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

ARTHUR, C.; BAKER, J. E.; BAMFORD, A. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008, University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA. 2009.

ASCER, L. G. Efeitos de microplástico na fisiologia do mexilhão Perna perna (Bivalvia: Mytilidae). 2015. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. v. 10. E. W. Rice (Ed.). Washington, DC: American Public Health Association. 2012.

BARNES, D.K.A, GALGANI, F., THOMPSON, R.C., BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364. 1985-1998. 2009.

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

BARREIRA, C.; ARAÚJO, M. 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.

CARPENTER, E.J.; ANDERSON, S.J.; HERVEY, G.R.; MIKLAS, H.P.; PECK, B.B. Polystyrene spherules in coastal waters. **Science**. n. 178. p. 749-750. 1972.

COLE, M.; WEBB, H.; LINDEQUE, P. K.; FILEMAN, E. S.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. **Scientific reports**. n 4. 2014.

DANTAS, D. V.; BARLETTA, M.; DA COSTA, M. F. The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (Sciaenidae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 19, n. 2, p. 600-606, 2012.

DEHAUT, A.; CASSONE, A. L.; FRÈRE, L.; HERMABESSIERE, L.; HIMBER, C.; RINNERT, E.; DUFLOS, G. Microplastics in seafood: benchmark protocol for their extraction and characterization. **Environmental Pollution**. n 215. p. 223-233. 2016.

EL-DEIR, S. G. Estudo da Mariscagem da *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca:Bivalvia) nos bancos de coroa do avião, ramalho e mangue seco (Igarassu – PE). Recife, 2009. 127p. **Tese (Doutorado em Oceanografia)**. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

FENDALL, L.S.; SEWELL, M.A. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastcs in facial cleaners. **Marine Pollution Bulletin**. n 58. p. 1225-1228. 2009.

FRANZELLITTI, S.; CANESI, L.; AUGUSTE, M.; WATHSALA, R. H.; FABBRI, E. Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. **Environmental toxicology and pharmacology**, v. 68, p. 37-51, 2019.

GOLDSTEIN, M.C.; ROSENBERG, M.; CHENG, L. Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. **Biol. Lett.** n. 8. p. 817-820. 2012.

GONÇALVES, A. C. S., Ocorrência de microplásticos em zonas intermareais e sua relação com variáveis ambientais. 2016. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de Lisboa, Lisboa.

GREGORY, M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2013-2025. 2009.

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

ICMBIO. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011, p28,p36, 2011.

KOELMANS, Albert A. et al. Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. **Environmental science & technology**, v. 50, n. 7, p. 3315-3326, 2016.

LI, Jiana et al. Microplastics in commercial bivalves from China. **Environmental pollution**, v. 207, p. 190-195, 2015.

LIMA, A. R. A.; COSTA, M. F.; BARLETTA, M. Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. **Environmental Research**, v. 132, p. 146-155, 2014.

MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 131-139, 2008.

OLIVERA, A.; CAMPOS, S. S.; BRITO, L. O.; CASTRO, M. F.; FARIAS. M. E.; FRANÇA, E. Oyster culture in the state of Pernambuco-Brazil: Perspectives and Barriers. **World Aquaculture**. v. 37, n. 1, p.13 - 15. 2006.

PAUL-PONT, I., LACROIX, C., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, C., HÉGARET, H., LAMBERT, C., LE GOÏC, N., FRÈRE, L., CASSONE, A.L., SUSSARELLU, R., FABIoux, C., GUYOMARCH, J., ALBENTOSA, M., HUVET, A., SOUDANT, P. Exposure of marine mussels *Mytilus* spp. to polystyrene microplastics: toxicity and influence on fluoranthene bioaccumulation. **Environmental Pollution**, v. 216, p. 724-737, 2016.

PLASTICSEUROPE. Plastics - The Facts 2018: An analysis of European plastics production, demand and waste data, 2018.

ROCHMAN, C.M., TAHIR, A., WILLIAMS, S.L., BAXA, D.V., LAM, R., MILLER, J.T., TEH, F.-C., WERORILANGI, S., TEH, S.J., 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. **Scientific reports**, v. 5, p. 14340, 2015.

SHARMA, S.; CHATTERJEE, S. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 27, p. 21530-21547, 2017.

SUSSARELLU, R., SUQUET, M., THOMAS, Y., LAMBERT, C., FABIoux, C., PERNET, M.E.J., LE GOÏC, N., QUILLIEN, V., MINGANT, C., EPELBOIN, Y., CORPOREAU, C., GUYOMARCH, J., ROBBENS, J., PAUL-PONT, I., SOUDANT, P., HUVET, A. Oyster

BRUZACA, D. N. A. Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliana*...

reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 9, p. 2430-2435, 2016.

VAN CAUWENBERGHE, L., CLAESSENS, M., VANDEGEHUCHTE, M.B., JANSSEN, C.R. Microplastics are taken up by mussels (*Mytilus edulis*) and lugworms (*Arenicola marina*) living in natural habitats. **Environmental Pollution**, v. 199, p. 10-17, 2015.

VAN CAUWENBERGHE, L., JANSSEN, C.R. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. **Environmental Pollution**, v. 193, p. 65-70, 2014.