



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

WYLLYANE GONÇALVES DA SILVA

DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAMARÃO-FANTASMA
Callichirus corruptus (Hernández, Miranda, Rio & Pinheiro, 2022) (CRUSTACEA, AXIIDEA,
CALLICHRIDAE) NA PRAIA DA CONCEIÇÃO, PAULISTA-PE APÓS UM
DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO

RECIFE, 2022

WYLLYANE GONÇALVES DA SILVA

DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAMARÃO-FANTASMA
Callichirus corruptus (Hernández, Miranda, Rio & Pinheiro, 2022) (CRUSTACEA, AXIIDAE,
CALLICHRIDAE) NA PRAIA DA CONCEIÇÃO, PAULISTA-PE APÓS UM
DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO

Trabalho de monografia apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Mônica Lúcia Botter-Carvalho e coorientação do MSc. Marcos Antonio Lima Matoso da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para o título de bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

RECIFE, 2022

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)

- S586d Silva, Wyllyane Gonçalves da
DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAMARÃO-FANTASMA *Callichirus corruptus* (Hernández, Miranda, Rio & Pinheiro, 2022) (CRUSTACEA, AXIIDEA, CALLICHRIDAE) NA PRAIA DA CONCEIÇÃO, PAULISTA-PE APÓS UM DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO / Wyllyane Gonçalves da Silva. - 2022.
46 f. : il.
- Orientadora: Monica Lucia Botter Botter-Carvalho.
Coorientador: Marcos Antonio Lima Matoso.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. Camarão-Corrupto. 2. Reprodução. 3. Impacto. 4. Praia arenosa. I. Botter-Carvalho, Monica Lucia Botter, orient. II. Matoso, Marcos Antonio Lima, coorient. III. Título

WYLLYANE GONÇALVES DA SILVA

DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAMARÃO-FANTASMA
Callichirus corruptus (Hernández, Miranda, Rio & Pinheiro, 2022) (CRUSTACEA, AXIIDEA,
CALLICHRIDAE) NA PRAIA DA CONCEIÇÃO, PAULISTA-PE APÓS UM
DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO

Trabalho de monografia apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Mônica Lúcia Botter-Carvalho e coorientação do MSc. Marcos Antonio Lima Matoso da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para o título de bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

Monografia defendida e aprovada em 14 de outubro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Mônica Lúcia Botter-Carvalho
(Orientadora / Depto. de Biologia - UFRPE)

Prof. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir
(Depto. de Biologia – UFRPE)

MSc. Nídia Cristiane de Mélo Marinho
(PPGBA – UFPE)

Dra. Ana Paula Maria Cavalcanti Valença de Barros
(Depto. de Oceanografia – UFPE)

Dedico este trabalho a Edvânia Gonçalves, uma mulher incrível, mãe solo e extremamente guerreira por todo amor e apoio que me proporcionou.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a mim mesma, por conseguir passar pelos momentos sombrios, mas também por aprender e crescer com eles. Por ser forte, dedicada e por conseguir superar os obstáculos, que foram muitos, para chegar até este momento.

Agradeço a minha mãe Edvânia, minha irmã Bianca e minha sobrinha Eloá por todo amor e dedicação direcionados a mim. Vocês são o que me mantém firme.

A professora Dr.^a Mônica Lúcia Botter Carvalho pela orientação, por todo o conhecimento, experiência e ajuda que me proporcionou. Por ser quase uma mãe, nos dando a devida atenção e auxílio. Sem você eu não teria conseguido finalizar o curso.

Ao mestre Marcos Antonio Lima Matoso pela coorientação, mas além disso, pela sua amizade. Sem você, esse caminho teria sido muito mais difícil.

A minha avó, Judite Maria da Silva, por todo o cuidado durante a minha infância e por sempre me apoiar na minha jornada como estudante. Sem você eu não teria a curiosidade necessária para ser pesquisadora.

Ao amor da minha vida, Edpo da Silva Paz (*in memoriam*), por ter feito parte da minha jornada, mesmo que por um curto período de tempo. Sem ele eu não teria conseguido enxergar a minha vocação e não seria tão forte para conseguir chegar até aqui.

Ao amor para a minha vida, Cássio David, que me ajudou imensamente nessa caminhada e sempre esteve lá para segurar a minha mão nos períodos mais sombrios. Sem a sua ajuda, o caminho teria sido ainda mais assustador.

A Lana Sofia, Daniel Arruda, Alex Richard, Jakelline Santos e Jonathan Ferreira por toda ajuda nas coletas e no laboratório, mas acima de tudo por serem meus amigos. Vocês me ajudaram nos piores momentos, mas também fizeram parte de muitos dos bons momentos. Vocês são os melhores amigos que alguém poderia ter.

A minha psicóloga, Maria Fernanda, por estar comigo na busca do autoconhecimento e me ajudar a no processo de cura, enxergando e compreendendo nas entrelinhas da minha jornada. Sem a sua ajuda eu não teria conseguido.

A Raiane e Joyce pela amizade e por toda ajuda no início da minha jornada científica.

A Ana Carla Asfora El-Deir e Nídia Cristiane de Mélo Marinho pelas sugestões para a melhoria deste trabalho.

A todos os meus professores, do ensino básico ao superior, por me proporcionarem a maior das conquistas humanas: o conhecimento.

Ao reitor, Marcelo Carneiro Leão por me ouvir e procurar me ajudar em momentos difíceis, contribuindo para o momento de conclusão do curso.

A todos os funcionários da UFRPE por todo o carinho e ajuda que me proporcionaram na caminhada durante o curso.

A UFRPE por me proporcionar as melhores experiências, os melhores professores e os melhores amigos que alguém poderia ter.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPQ pela concessão da bolsa

Ao Laboratório de Ecologia do Bentos Costeiro (LEBENC) por me acolher e tornar este trabalho possível.

“A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se você lembrar de acender a luz.”

— Albus Dumbledore

RESUMO

Durante o ano de 2019 manchas de petróleo foram observadas em praias do litoral da região Nordeste do Brasil e atingiram cerca de mil quilômetros da costa brasileira. As manchas contaminaram praias, estuários, recifes e manguezais e atingiram diversos organismos. Essa substância é capaz de causar alta mortalidade, diminuição da densidade e mudanças na estrutura de comunidades marinhas. Os crustáceos da infraordem Axiidea, conhecidos como camarões-fantasma, são organismos marinhos escavadores, considerados importantes engenheiros ecossistêmicos e muito utilizados como isca para pesca. O estudo teve como objetivo analisar a densidade e estrutura populacional de *Callichirus corruptus* em uma praia impactada pelo petróleo em Pernambuco, além de comparar com estudos anteriores realizados na área. Foram realizadas coletas nos meses de outubro/2020, dezembro/2020, maio/2021 fevereiro/2022, junho/2022 e agosto/2022. A densidade populacional de *C. corruptus* na praia da Conceição variou de 0 a 28 ind/m², com densidade média de 6,41 ind/m². Ao todo foram coletados 111 indivíduos, sendo 28 machos e 83 fêmeas e 29 delas apresentaram-se ovígeras. A razão sexual foi desviada significativamente para fêmeas. A maioria dos indivíduos apresentou comprimento de DO de 10 a 13 mm, com diferenças significativas entre os sexos. Para CP e LP não houve diferenças significativas entre machos e fêmeas. A fecundidade média foi de 3844,11 ovos. O presente estudo trouxe novas informações da população da praia da Conceição e constatou que o derrame de petróleo de 2019 pode ter causado diminuição no número de indivíduos da população. Diante disso, ressaltamos a importância deste e dos demais estudos relacionados a impactos ambientais que os camarões-escavadores estão suscetíveis, assim como encorajamos a continuidade de pesquisas com os camarões-fantasma.

Palavras-chave: Camarão-corrupto, reprodução, impacto, praia arenosa.

ABSTRACT

During 2019, oil slicks were observed on beaches on the coast of the Northeast region of Brazil and reached about a thousand kilometers off the Brazilian coast. The stains contaminated beaches, estuaries, reefs and mangroves and reached several organisms. This substance is capable of causing high mortality, decreased density and changes in the structure of marine communities. The crustaceans of the infraorder Axiidea, known as ghost shrimp, are burrowing marine organisms, considered important ecosystem engineers and widely used as bait for fishing. The study aimed to analyze the density and population structure of *Callichirus corruptus* on an oil-impacted beach in Pernambuco, in addition to comparing it with previous studies carried out in the area. Collections were carried out in the months of October/2020, December/2020, May/2021, February/2022, June/2022 and August/2022. The population density of *C. corruptus* on Conceição beach ranged from 0 to 28 ind/m², with an average density of 6.41 ind/m². Altogether 111 individuals were collected, 28 males and 83 females and 29 of them were ovigerous. The sex ratio was significantly biased towards females. Most individuals had an DO length of 10 to 13 mm, with significant differences between the sexes. For CP and LP There were no significant differences between males and females. The average fecundity was 3844.11 eggs. The present study brought new information from the population of Conceição beach and found that the 2019 oil spill may have caused a decrease in the number of individuals in the population. In view of this, we emphasize the importance of this and other studies related to environmental impacts to which burrowing shrimp are susceptible, as well as encouraging the continuity of research with ghost shrimp.

Keywords: Corrupt shrimp, reproduction, impact, sandy beach.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Callichirus corruptus</i> coletado na praia da Conceição, Paulista (PE). (A) Vista frontal; (B) Vista dorsal. Barras de escala = 12 mm	11
Figura 2. (A) Mapa do Brasil, (B) estado de Pernambuco com a área de estudo em vermelho e (C e D) área de estudo na praia Conceição, Paulista-PE. A seta indica a área de estudo. Imagens: A e B - ArcGIS online; C - Google Maps e D – Arquivo pessoal.....	16
Figura 3. Desenho amostral utilizado para coleta de densidade de <i>Callichirus corruptus</i> na praia da Conceição (PE).	17
Figura 4. Biometria utilizada em <i>Callichirus corruptus</i> : (A) CT = Comprimento total; (B) DO = Dorsal Oval; (C) CP = Comprimento do propódio e LP = Largura do propódio. Barras de escala: A-C = 12 mm.	19
Figura 5. Perfil praiar na praia da Conceição, Paulista-PE em fevereiro de 2022 (Linha amarela - período seco) e junho de 2022 (Linha azul - período chuvoso).	20
Figura 6. Porcentagem média de granulometria na praia da Conceição, Paulista-PE. As barras de erro indicam o desvio padrão.	21
Figura 7. Densidade média de <i>Callichirus corruptus</i> nos transectos 1 (T1), 2 (T2), 3 (T3) e 4 (T4) na praia da Conceição, Paulista-PE. As barras de erro indicam o desvio padrão.	22
Figura 8. Distribuição de frequência de indivíduos de <i>Callichirus corruptus</i> por classes de comprimento de Dorsal Oval (DO) na praia da Conceição, Paulista-PE. FO = Fêmeas ovígeras; F = Fêmeas não ovígeras; M = Machos.....	24
Figura 9. Ovos entre os estágios de desenvolvimento 5-9 (com olhos) nos pleópodos de uma fêmea ovígera de <i>Callichirus corruptus</i> coletada na praia da Conceição, Paulista-PE.....	25
Figura 10. Relação entre o Número de ovos e o Comprimento da Dorsal Oval das fêmeas ovígeras de <i>Callichirus corruptus</i> na Praia da Conceição, Paulista (PE).	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentual médio e desvio padrão da porcentagem de matéria orgânica na praia da Conceição, Paulista-PE.....	21
Tabela 2. Densidade média (\pm desvio padrão) das aberturas de galerias/m ² de <i>Callichirus corruptus</i> nos transectos 1, 2, 3 e 4 da praia da Conceição, Paulista-PE.	22
Tabela 3. Total de indivíduos, número de machos e fêmeas de <i>Callichirus corruptus</i> , razão sexual entre machos e fêmeas e X ² para cada mês de coleta. (asterisco indica diferenças significativas; p<0,001)	23
Tabela 4. Médias para Dorsal Oval (DO), Comprimento total (CT), Comprimento do propódio do quelípodo maior (CP) e Largura do propódio do quelípodo maior (LP) de <i>Callichirus corruptus</i> separadas por sexo. M = Machos; F = Fêmeas não ovíferas; FO = Fêmeas ovíferas; n= número de indivíduos.	24
Tabela 5. Densidade média (\pm Desvio padrão) de <i>Callichirus corruptus</i> na praia da Conceição durante os anos de 2015-2016 (COSTA, 2015 e 2016 [dados não publicados]) e 2020-2022 (presente estudo).....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO LITORAL	11
2.2. CAMARÕES-FANTASMA	12
2.3. HISTÓRICO TAXONÔMICO DE <i>Callichirus corruptus</i>	13
2.4. DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL	13
3. OBJETIVOS	15
3.1. GERAL	15
3.2. ESPECÍFICOS	15
4. METODOLOGIA	15
4.1. ÁREA DE ESTUDO	15
4.2. METODOLOGIA DE CAMPO	16
4.3. METODOLOGIA DE LABORATÓRIO	17
4.4. ANÁLISE DE DADOS	19
5. RESULTADOS	20
5.1. FATORES ABIÓTICOS	20
5.2. DENSIDADE	21
5.3. ASPECTOS POPULACIONAIS	23
6. DISCUSSÃO	26
6.1. DENSIDADE	26
6.2. ESTRUTURA POPULACIONAL	29
7. CONCLUSÃO	30
8. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são ambientes muito suscetíveis à ação humana e podem ser impactadas por diversas atividades, desde à construção de edifícios e grande urbanização (BITTENCOURT, 2017; MAGAROTTO *et al.*, 2021) e, conseqüentemente, a grande poluição causada nestes ambientes (MACEDO *et al.*, 2017) até grandes derramamentos de petróleo que podem se espalhar através da dinâmica das marés (EUZÉBIO *et al.*, 2019).

Os acidentes envolvendo o derramamento de petróleo no ambiente marinho tem sido observado ao longo de vários anos (ITOPF, 2021). Recentemente, em 2019, houve o aparecimento de manchas de petróleo no litoral do nordeste brasileiro, posteriormente alcançando também dois estados da região sudeste que atingiu 4.334 km de faixa litorânea e somando mais de 5.000 toneladas de óleo (ALMEIDA *et al.*, 2020; PENA *et al.*, 2020). Esta substância teve origem de um navio petroleiro grego e foi encontrada em mais de mil localidades ao longo da costa brasileira, atingindo praias, estuários, recifes e manguezais do litoral (ESCOBAR, 2019; IBAMA, 2020). Em Pernambuco, 67 praias foram atingidas pelo derramamento de petróleo e foram retiradas mais de 50 toneladas da substância no estado (MEIRELES, 2019; IBAMA, 2020).

Com a chegada do petróleo no litoral brasileiro, foram observados impactos ambientais ao longo da costa, tanto para a população humana quanto para as espécies marinhas e estuarinas. Vários voluntários que trabalharam na limpeza das praias que foram contaminadas apresentaram sintomas suspeitos de toxicidade causada pelo petróleo, além desta substância ter sido encontrada na vida marinha, em espécies de peixes, moluscos, crustáceos (ARAÚJO *et al.*, 2020), Porifera, Cnidaria (CERQUEIRA *et al.*, 2020) e Echinodermata (CERQUEIRA, 2021). Além disso, foi documentado que o derramamento de petróleo em 2019 interferiu significativamente na composição da comunidade da fauna associada a algas, imediatamente após a chegada do petróleo, com redução da riqueza e da abundância das espécies, aumentando a quantidade de espécies oportunistas (CRAVEIRO *et al.*, 2021).

Estudos realizados após eventos de derramamento de petróleo nos oceanos demonstraram que tais acontecimentos podem gerar modificações nas comunidades marinhas no decorrer dos anos, devido à alta toxicidade e letalidade que pode causar aos organismos, principalmente em espécies bentônicas, como por exemplo os crustáceos decápodes (FELDER *et al.*, 2014; MONTAGNA *et al.*, 2016; LEWIS *et al.*, 2020).

Dentro da ordem Decapoda encontram-se crustáceos que foram inicialmente classificados na infraordem Thalassinidea. Atualmente este grupo está subdividido nas infraordens Axiidea e Gebiidea (DWORSCHAK *et al.*, 2012). Eles possuem hábito fossorial, sendo os Gebiidea vulgarmente conhecidos como lagostas ou camarões da lama e os Axiidea como camarões-fantasma, camarões escavadores ou corruptos. Estes animais vivem nas zonas entremarés ou submarés, geralmente em sedimento inconsolidado, ocorrendo em todos os mares das regiões tropicais e temperadas, exceto nas regiões polares (DWORSCHAK *et al.*, 2012).

Os camarões-fantasma são considerados engenheiros ecossistêmicos, pois sua atividade bioturbadora influencia as propriedades químicas, físicas e geológicas do meio, assim como facilita a troca de nutrientes entre o sedimento e a coluna d'água, portanto são muito importantes para a manutenção do ambiente (JONES, 1994; NATES e FELDER, 1998; BERKENBUSCH e ROWDEN, 2003; DWORSCHAK *et al.*, 2012).

Dentre os camarões da infraordem Axiidea, destaca-se a espécie *Callichirus corruptus* (Figura 1), família Callichiridae (POORE *et al.*, 2019), por ser uma das mais abundantes dentre o grupo no litoral brasileiro. *C. corruptus* é caracterizado, principalmente, por possuir um gancho proeminente no mero do quelípede maior, por apresentar os urópodes em forma de lança e o télson côncavo com uma constrição longitudinal (POORE *et al.*, 2019; HERNÁEZ *et al.*, 2022). Estes organismos possuem o hábito solitário, críptico, vivem na zona entremarés de praias arenosas e estão distribuídos do estado do Pará até o de Santa Catarina, Brasil (HERNÁEZ *et al.*, 2022). Os indivíduos desta espécie são amplamente utilizados como iscas de pesca ao longo do litoral brasileiro, sendo bastante explorados (SOUZA e BORZONE, 2003; COSTA *et al.*, 2020).

Os indivíduos de *C. corruptus* geralmente estão presentes em altas densidades em praias arenosas, podendo seguir diferentes padrões de distribuição espacial, seja aleatória, agrupada ou uniforme (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2002; MOSCHETO *et al.*, 2020). Além disso, a densidade destes indivíduos pode ser afetada por fatores ambientais e antropogênicos, como construções, sobrepesca, derramamentos de petróleo, entre outros (SHIMIZU e ROSSO, 2000; MOSCHETO e BORGES, 2014; COSTA, 2018; HERNÁEZ *et al.*, 2019). Os fatores relacionados à sua estrutura populacional, crescimento, mortalidade e reprodução podem variar bastante de acordo com a localidade, com cada população demonstrando particularidades (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007; PEIRÓ, 2012; HEREMAN, 2016; ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2020).

Considerando a grande importância ecológica e econômica que *C. corruptus* possui como engenheiro ecossistêmico e principal espécie de interesse comercial do grupo dos camarões-fantasma, alguns estudos foram realizados com o objetivo de entender os efeitos da coleta excessiva sobre esta espécie (SOUZA e BORZONE, 2003; HEREMAN, 2017; HERNÁEZ *et al.*, 2019; MOSCHETO *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2020). Contudo, faz-se necessário um monitoramento e acompanhamento das populações de *C. corruptus* uma vez que estas tem sofrido impactos que vão além da sobrepesca, como, por exemplo, o caso mais recente do derramamento de petróleo no litoral do Nordeste brasileiro.



Figura 1. *Callichirus corruptus* coletado na praia da Conceição, Paulista (PE). (A) Vista frontal; (B) Vista dorsal. Barras de escala = 12 mm

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO LITORAL.

Derramamentos acidentais de petróleo começaram a ser registrados no ano de 1970. Desde então, a década de 70 apresentou maior quantidade de derramamentos, enquanto a década de 2010 a 2020 registrou o menor valor (ITOPF, 2021). Desde a década de 1970, são registrados grandes eventos de derrames de petróleo. Em 2002 um navio petroleiro afundou na costa da Galícia (Espanha), derramando 42 mil toneladas de petróleo bruto no mar e causando diminuição na riqueza de espécies em toda a costa (DE LA HUZ *et al.*, 2005). Posteriormente, em 2010, houve a explosão da plataforma Deepwater Horizon no Golfo do México que foi considerado o maior derrame de petróleo da história (800 milhões de litros) e trouxe muitos efeitos negativos para as comunidades marinhas e estuarinas. Dentre muitos outros efeitos, o acidente atingiu ecossistemas profundos e costeiros e reduziu a diversidade e abundância de diversas espécies (BEYER *et al.*, 2016).

Esse petróleo, quando está disponível no ambiente marinho, pode causar diversos impactos à comunidade. Foi observado que em comunidades de peixes, ocorre diminuição no número de

indivíduos logo após o derramamento (ROTH e BALTZ, 2009; LEWIS *et al.*, 2020) e, quando entra em contato com o substrato, é capaz de afetar severamente a macrofauna bentônica de praias arenosas causando alta mortalidade e, posteriormente, uma grande mudança na estrutura da comunidade, inclusive aumentando o número de espécies oportunistas (SANDERS, 1978; SCHLACHER *et al.*, 2011; YU *et al.*, 2013; MONTAGNA *et al.*, 2016).

No Brasil, há poucos estudos relacionados aos efeitos causados por derramamentos de petróleo em praias arenosas. Gandra *et al.* (2005) simularam pequenos derramamentos na praia do Cassino, em Rio Grande - RS para entender os efeitos sobre a macrofauna bentônica e encontrou os táxons Amphipoda, Polychaeta, Isopoda, Mollusca e Decapoda, mas não encontrou diferenças significativas entre as comunidades controle e impactada. Da Rosa (2022) fez uma análise temporal com a macrofauna bentônica após o derramamento de petróleo no Nordeste do Brasil em 2019 e os resultados obtidos demonstraram que as comunidades provavelmente possuem certa resistência a esta substância, não sendo possível evidenciar efeitos agudos. Referente à espécie *Callichirus corruptus*, Shimizu e Rosso (2000) identificaram que a densidade populacional decaiu imediatamente após um derramamento de petróleo em maio de 1994 na praia de Barequeçada, em São Sebastião (SP) e 3 anos depois os dados apontaram para uma recuperação da densidade.

2.2. CAMARÕES-FANTASMA

Os camarões-fantasma são pertencentes à infraordem Axiidea que, globalmente, compreende 11 famílias (DWORSCHAK *et al.*, 2012; POORE *et al.*, 2019). No Brasil, há o registro de 7 dessas famílias, abrangendo cerca de 35 espécies ao todo (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2012; HERNÁEZ *et al.*, 2022).

Os Axiidea são caracterizados por possuir o primeiro e o segundo par de pereópodos quelados (DWORSCHAK *et al.*, 2012; POORE *et al.*, 2019). Comumente esses animais estão presentes em praias arenosas formando galerias de diferentes formatos no sedimento, podendo apresentar uma ou mais aberturas na superfície (RODRIGUES e SHIMIZU, 1997; HERNÁEZ, 2018).

Os camarões-fantasma são animais bentônicos, mas possuem várias fases larvais planctônicas na forma de zoea que, posteriormente durante a fase juvenil, assentam e geralmente constroem suas próprias galerias, vivendo todo o período de vida de forma solitária e copulando através de conexões nos ramos das galerias que são fechadas logo após o encontro (KORNIENKO, 2013).

Ao longo dos anos, ao redor do mundo, os camarões-fantasma vêm sendo estudados no que diz respeito à taxonomia (MANNING e FELDER, 1991; DWORSCHAK, 2000; HEARD *et al.*, 2007; RIO, 2018; POORE *et al.*, 2019; HERNÁEZ *et al.*, 2020; HERNÁEZ *et al.*, 2022), estrutura populacional e aspectos reprodutivos (RODRIGUES, 1976; KEVREKIDIS *et al.*, 1997; BERKENBUSCH e ROWDEN, 1998; PEZZUTO, 1998; BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007; MOSCHETTO *et al.*, 2020), além dos impactos ambientais sobre eles (SHIMIZU e ROSSO, 2000; SOUZA e BORZONE, 2003; HEREMAN, 2017; COSTA *et al.*, 2020) e, por fim, a densidade populacional e sua distribuição espacial (PINHEIRO *et al.*, 2011; MOSCHETTO e BORGES, 2014; HERNÁEZ *et al.*, 2019).

2.3. HISTÓRICO TAXONÔMICO DE *Callichirus corruptus*

A taxonomia de *C. corruptus* foi e ainda é bastante discutida no meio científico. Inicialmente, esta espécie foi incluída na família Callianassidae com o nome de *Callianassa major* (Say, 1818). Além disso, a espécie já foi tratada como um subgênero de *Callianassa*, sendo nomeado de *Callianassa (Callichirus) major* (RODRIGUES, 1971), posteriormente teve seu nome modificado para *Callichirus major* (SAINT-LAURENT, 1973) e só muitos anos depois foi reagrupada na família Callichiridae (POORE *et al.*, 2019). Recentemente foram descobertas evidências moleculares e morfológicas que mostram que a espécie brasileira amplamente divulgada como *C. major* é diferente da norte americana, assim sendo, teve seu nome modificado para *Callichirus corruptus* (HERNÁEZ *et al.*, 2022).

2.4. DENSIDADE E ESTRUTURA POPULACIONAL

No Brasil, *C. corruptus* é uma espécie abundante e muito estudada ao longo do litoral. Rodrigues e Shimizu (1997) foram um dos pioneiros a estudar a densidade populacional da espécie e encontraram uma densidade média de 2,9 e 7,9 indivíduos/m² com distribuição aleatória na praia de José Menino (Santos – SP). Posteriormente, ao longo dos anos, vários estudos foram realizados com o objetivo de determinar a densidade populacional e a distribuição espacial desta espécie nas praias (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2002; PEDRUCCI e BORGES, 2009; MOSCHETTO e BORGES, 2014; ROSA *et al.*, 2018; LAURINO *et al.*, 2020). Entre os métodos para estimativa da densidade populacional, utiliza-se a contagem de orifícios/m² sendo o tamanho mais aceito para *C. corruptus* de 1m² (RODRIGUES, 1983; PINHEIRO *et al.*, 2011) e todos os estudos que objetivam determinar a densidade dessas populações utilizam esta metodologia.

Além da densidade, Rodrigues e Shimizu (1997) também pesquisaram a importância da espécie no ambiente de praias arenosas, moldagem das galerias, interferência de atividades humanas e estrutura populacional. Eles encontraram maior frequência de comprimento da dorsal oval ocorrendo em 15mm para fêmeas e 14mm para machos e fêmeas ovígeras ocorrendo durante todo o período de estudo.

A estrutura populacional de *C. corruptus* foi estudada por Simão *et al.* (2006) no litoral da cidade de Búzios, RJ, onde eles encontraram um comprimento médio da dorsal oval em fêmeas e machos de 10,43mm e 10,44mm respectivamente. Também encontraram a proporção sexual de 1:1 para machos e fêmeas e a maior ocorrência de fêmeas ovígeras foi durante o mês de novembro, próximo ao início do verão. Ao analisar a densidade e estrutura populacional de *C. corruptus* nas praias de Itararé e José Menino (Santos – SP), Moscheto *et al.* (2020), encontrou densidades de 0-20 ind/m², maior frequência de comprimento da dorsal oval entre 8-9mm e as fêmeas ovígeras estiveram presentes somente nos meses mais quentes do ano (dezembro a março).

No Nordeste do Brasil, Botter-Carvalho *et al.* (2007) pesquisaram a estrutura populacional de *C. corruptus* e encontraram o comprimento da dorsal oval para fêmeas variando de 4,46mm a 12,62mm e para machos de 2,59mm a 12,19mm. A razão sexual encontrada foi de 1M:1F e fêmeas ovígeras estiveram presentes durante quase todo o ano, exceto nos meses de agosto e setembro. Alves-Júnior *et al.* (2014) estudaram a estrutura populacional da espécie na mesma localidade e registraram uma razão sexual desviada para fêmeas (1M:1,24F) com o pico reprodutivo ocorrendo durante a estação seca.

Ainda no Nordeste, na praia de Pau Amarelo (Pernambuco), Alves-Júnior *et al.* (2018) encontraram uma proporção sexual de 0,65M:1F com um desvio significativo para fêmeas. A maior quantidade de fêmeas ovígeras ocorreram nos meses de setembro, janeiro e fevereiro e o recrutamento de juvenis ocorreu durante todos os meses de estudo, atingindo o pico em novembro e fevereiro.

Diante do exposto, o entendimento de impactos antropogênicos sobre estas populações ainda se faz necessário para a conservação e proteção desta espécie. Desta forma, o presente trabalho tem o propósito de acompanhar e divulgar possíveis particularidades da população que sofreu com impactos ambientais.

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Avaliar a densidade e a estrutura populacional do camarão-fantasma *Callichirus corruptus* na praia da Conceição, Paulista, litoral Norte de Pernambuco, após um derramamento de petróleo.

3.2. ESPECÍFICOS

- Monitorar a densidade de *C. corruptus* através de um método indireto não-destrutivo, em uma praia arenosa impactada pelo derramamento de petróleo;
- Fornecer informações sobre a estrutura populacional de *C. corruptus*;
- Comparar a densidade e estrutura populacional de *C. corruptus* com estudos prévios realizados na área utilizando o fator óleo como marcação temporal;
- Verificar se estimativa da densidade para *C. corruptus* pode ser uma boa e rápida ferramenta na avaliação de impactos em praias arenosas.

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A praia da Conceição (7° 52'45 74"S e 34° 49'42 63"O) (Figura 2) está localizada no litoral norte do estado de Pernambuco, na cidade de Paulista. É delimitada ao norte pela praia de Maria farinha e ao sul pela praia de Nossa Senhora do Ó. A praia é considerada como dissipativa, apresentando ondas de até 2,8m de altura (Pereira *et al.*, 2016).

A distribuição pluviométrica anual da região Nordeste do Brasil permite delimitar uma estação chuvosa (abril a setembro) e uma estação seca (outubro a março) (PEREIRA *et al.*, 2016; APAC, 2020, 2021 e 2022).

No ano de 2015, a praia da Conceição foi impactada pela construção de uma estrutura de contenção da erosão costeira denominada de bagwall e os efeitos desta modificação sobre a população de *Callichirus corruptus* foram estudados por Costa (2018). Posteriormente, no ano de 2019, a praia da Conceição também foi impactada pelo petróleo e as primeiras manchas no local ocorreram em 02 de setembro (IBAMA, 2020). Esta praia foi escolhida para o atual estudo devido ao Laboratório de Ecologia do Bentos Costeiro – UFRPE possuir dados da população de *Callichirus corruptus* num período anterior ao evento do derramamento de petróleo nessa região, entre os anos de 2015 e 2016.



Figura 2. (A) Mapa do Brasil, (B) estado de Pernambuco com a área de estudo em vermelho e (C e D) área de estudo na praia Conceição, Paulista-PE. A seta indica a área de estudo. Imagens: A e B - ArcGIS online; C - Google Maps e D - Arquivo pessoal.

4.2. METODOLOGIA DE CAMPO

As coletas foram realizadas nos meses de outubro (2020), dezembro (2020), maio (2021), fevereiro (2022), junho (2022) e agosto (2022) durante a maré baixa (0.1 – 0.3) seguindo os dados fornecidos nas Tábuas de Marés pelo Centro de Hidrografia Marinha.

Para a estimativa de densidade populacional foram traçados quatro transectos perpendiculares a linha da água com 10 metros de distância entre si (Figura 3). O primeiro transecto teve início a cerca de 22 metros a partir de um marco referencial que foi definido no supralitoral, onde foi observado o início da ocorrência de aberturas de galerias e todos os transectos seguiram até a linha da água (Figura 3). Posteriormente, foram lançados quadrados contíguos (1m²) ao longo de cada transecto até a linha da água e as aberturas de galerias foram contadas, sendo cada abertura considerada como um indivíduo.

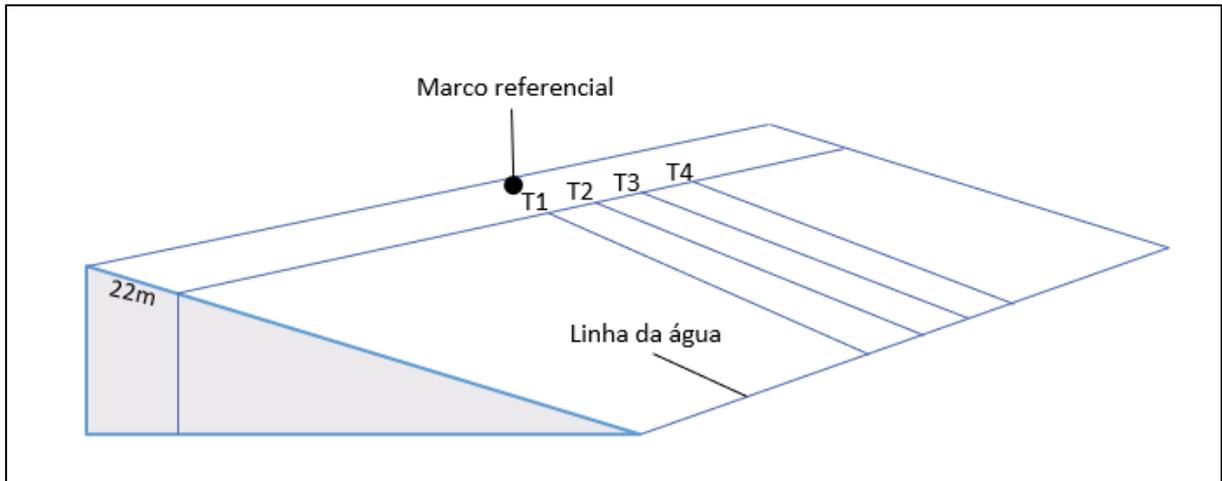


Figura 3. Desenho amostral utilizado para coleta de densidade de *Callichirus corruptus* na praia da Conceição (PE).

Para verificar os aspectos da estrutura populacional, durante cada campanha, foram coletados, sistematicamente, indivíduos utilizando uma bomba de sucção manual (HAILSTONE e STEPHENSON, 1961). Posteriormente os animais foram armazenados em recipientes individuais, fixados em formol a 4% e levados para o LEBENC – UFRPE.

O perfil praiado foi medido nos meses de fevereiro-2022 (período seco) e junho-2022 (período chuvoso) utilizando uma régua de nível tendo início no supralitoral até a linha d'água.

Para estimativa da matéria orgânica e análise granulométrica, foi coletado sedimento com um amostrador cilíndrico de 7,5cm de diâmetro e 12cm de altura nos meses de fevereiro e junho de 2022. Esse sedimento foi coletado ao longo do transecto 2, sendo 3 réplicas entre 0 e 10m, 3 réplicas entre 10 e 20m e 3 réplicas entre 20 e 30m.

Para verificar a salinidade foram coletadas 3 réplicas de água do mar nos meses de fevereiro (período seco) e agosto (período chuvoso) de 2022. Cada réplica teve a salinidade medida duas vezes com um refratômetro e em seguida foi calculada a média dos valores.

4.3.METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

Em laboratório os indivíduos foram lavados em água corrente e preservados em álcool a 70%. Posteriormente esses indivíduos foram identificados a nível de espécie e diferenciados quanto ao sexo através da observação do primeiro e segundo par de pleópodos, os quais são mais desenvolvidos nas fêmeas com a finalidade de incubação dos ovos.

Para a obtenção dos dados biométricos os indivíduos foram medidos utilizando paquímetro digital, seguindo Biffar (1971) para o Comprimento Total (CT), Comprimento da Dorsal Oval (DO), comprimento do Propódio do Quelípodo Maior (CP) e largura do Propódio do Quelípodo maior (LP), sendo eles (Figura 4):

- Comprimento Total (CT): Da ponta do rostro até a margem distal do télson ao longo da linha mediana dorsal.
- Comprimento da Dorsal Oval (DO): Estrutura rígida localizada na face dorsal dos indivíduos delimitada posteriormente pelo sulco cervical e anteriormente pela fronte.
- Comprimento do Propódio do Quelípodo Maior (CP): Segue da projeção vertical da articulação proximal até a projeção vertical do ponto mais distal do propódio
- Largura do Propódio do Quelípodo Maior (LP): Delimitada pela maior largura perpendicular ao eixo do apêndice.

Para a análise granulométrica foi utilizada a metodologia de Suguio (1973). As amostras de sedimento foram secas em estufa a 50°C, peneiradas a úmido utilizando peneiras de 0.063mm (inferior) e 2.000mm (superior) e o sedimento retido foi colocado novamente na estufa até ficar totalmente seco. Posteriormente, as amostras foram colocadas em um agitador de partículas com peneiras acopladas de malhas de 2.000mm, 1.000mm, 0.500mm, 0.250mm, 0.125mm e 0.063mm. Após isso, o sedimento retido em cada peneira foi pesado utilizando uma balança analítica e os valores foram comparados com a escala de Wentworth.

Para a estimativa do percentual de matéria orgânica foi utilizada a metodologia de Goldin (1987). As amostras de sedimento foram colocadas em estufa a 100°C, posteriormente foram pesadas e colocadas em cadinhos de cerâmica também previamente pesados. Os cadinhos juntamente com as amostras de sedimento foram levados ao forno do tipo mufla e condicionados a 500°C durante 4 horas, em seguida foram postos em um dessecador e posteriormente pesados utilizando uma balança analítica. A porcentagem de matéria orgânica foi obtida pelo peso seco livre de cinzas (PSLC), determinado pela massa perdida pela queima das amostras a 500°C.

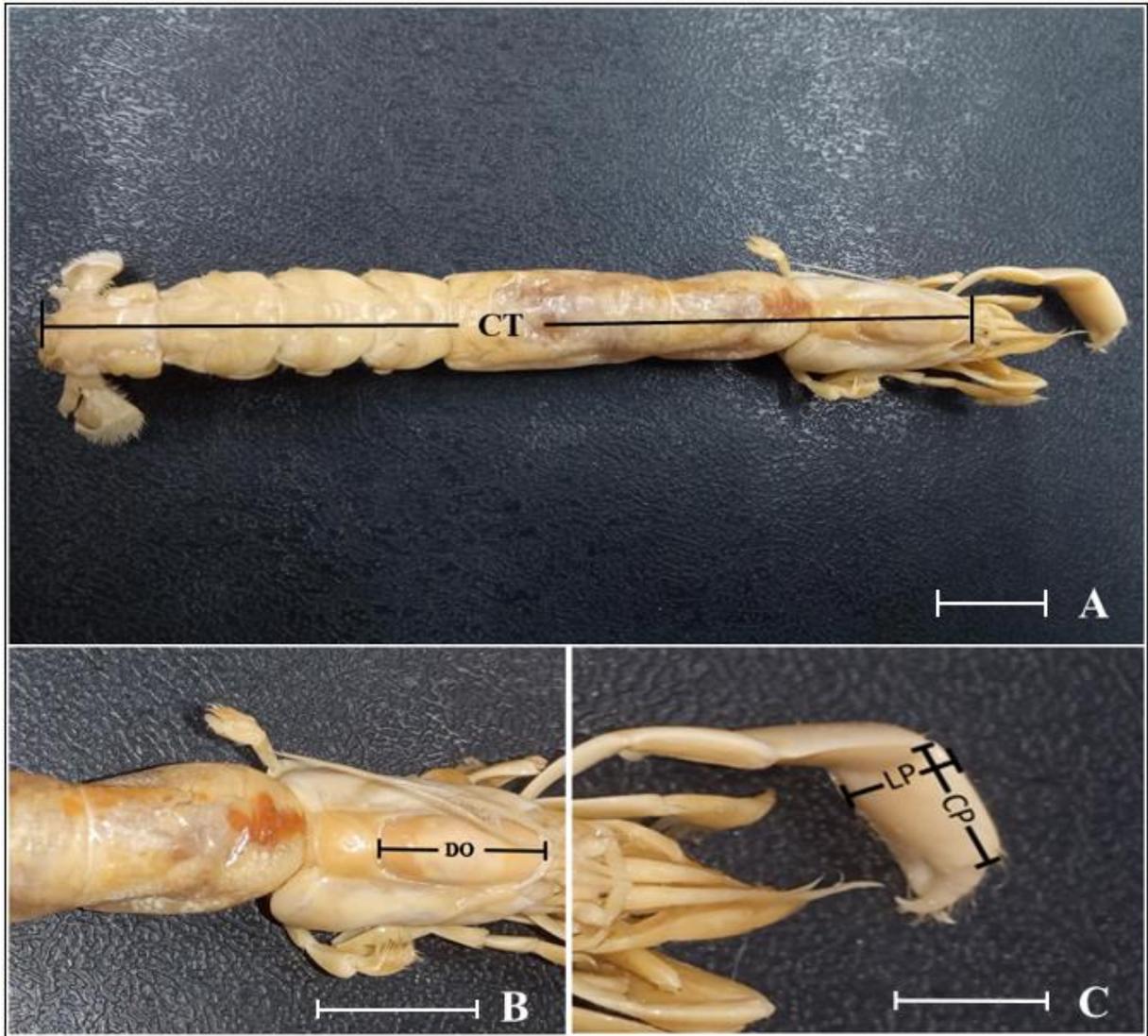


Figura 4. Biometria utilizada em *Callichirus corruptus*: (A) CT = Comprimento total; (B) DO = Dorsal Oval; (C) CP = Comprimento do propódio e LP = Largura do propódio. Barras de escala: A-C = 12 mm.

As fêmeas ovígeras tiveram seus embriões classificados em estágios de desenvolvimento de 1-4 (ausência de olhos) e 5-9 (presença de olhos) (modificado de MANTELATTO e GARCIA, 1999). Para estimativa da fecundidade, os embriões nos estágios de 1-4 foram separados da fêmea e contados com o auxílio de um estereomicroscópio, placa de Dolffus e contador numérico manual.

4.4. ANÁLISE DE DADOS

O cálculo para densidade populacional teve como base a contagem de todos os orifícios/m² e cada abertura foi considerada como um indivíduo de *Callichirus corruptus*.

A razão sexual foi estimada a partir da divisão entre o número de machos e de fêmeas encontrados, seguindo a razão n° de machos/n° de fêmeas. O desvio significativo de uma proporção sexual esperada de 1:1 foram avaliados através do teste Qui-quadrado com correção

de Yates (X^2_{adj}) para cada mês de estudo e para o total da amostra. Foi realizado um teste-T entre duas médias para testar a significância das diferenças da DO, do CP e do LP entre machos e fêmeas.

Uma análise de regressão foi feita para a variação do comprimento da dorsal oval e número de embriões (R^2) e a Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada para testar a significância estatística da relação de comprimentos de DO com o número de ovos. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 0,05 e todas elas foram realizadas através do programa BioEstat 5.3.

5. RESULTADOS

5.1. FATORES ABIÓTICOS

A salinidade média no período seco foi de 37,7 ($\pm 0,516$), enquanto que no período chuvoso foi de 32,5 ($\pm 1,049$).

O perfil praial da localidade demonstrou que ocorreu um processo erosivo entre os meses de fevereiro e junho de 2022 (Figura 5) que pode ser considerado natural uma vez que durante o período chuvoso é comum ocorrer maior deslocamento de sedimento.

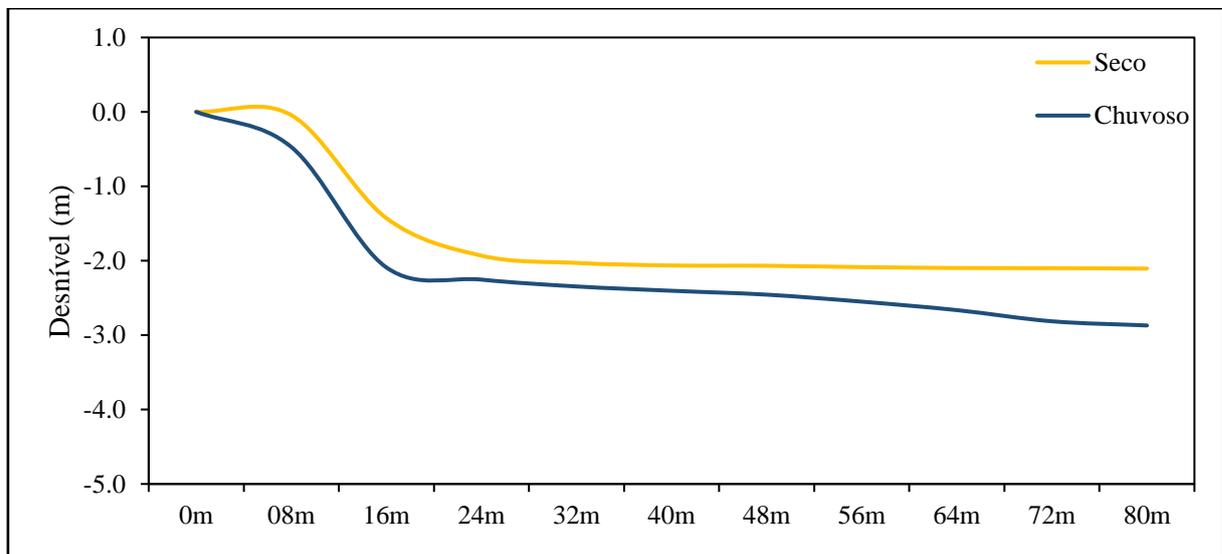


Figura 5. Perfil praial na praia da Conceição, Paulista-PE em fevereiro de 2022 (Linha amarela - período seco) e junho de 2022 (Linha azul - período chuvoso).

A análise granulométrica evidenciou que a praia da Conceição é caracterizada principalmente por possuir sedimento muito fino (0,063mm). (Figura 6).

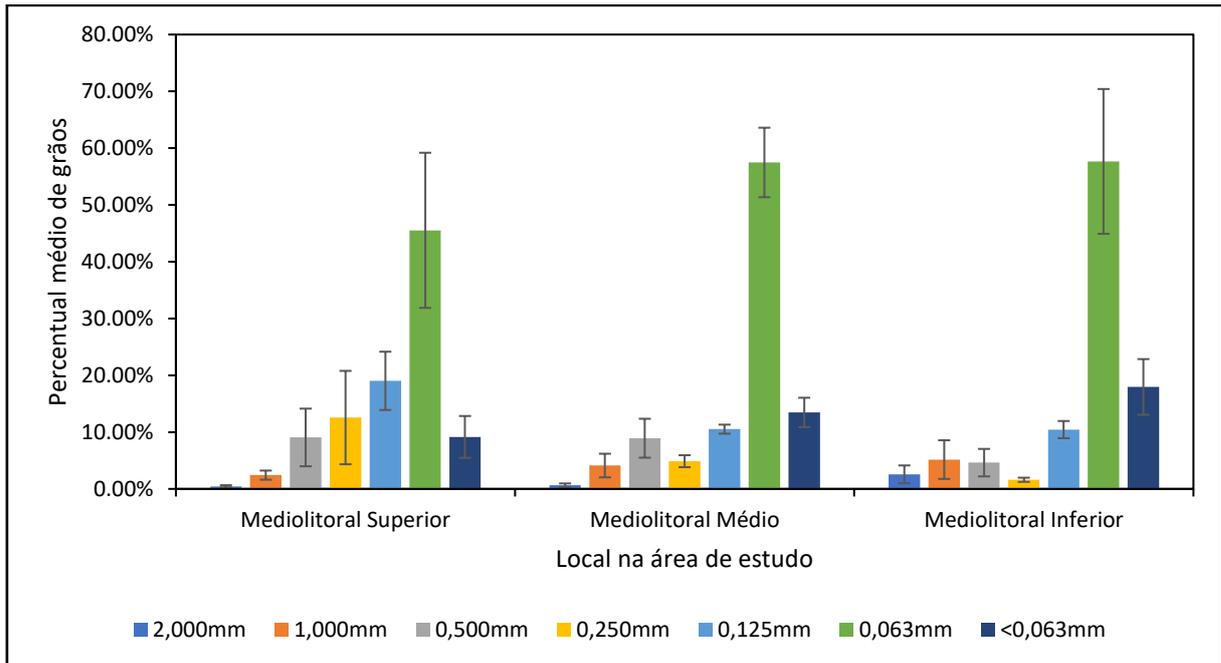


Figura 6. Percentagem média de granulometria na praia da Conceição, Paulista-PE. As barras de erro indicam o desvio padrão.

O menor percentual de matéria orgânica obtido esteve no mediolitoral inferior, enquanto o maior valor encontrado foi no mediolitoral médio (Tabela 1). Coincidindo com o menor teor de matéria orgânica encontrado, durante as coletas de fevereiro e junho de 2022 houve dificuldade na visualização das tocas de *Callichirus corruptus* no mediolitoral inferior devido à grande quantidade de cascalho na área.

Tabela 1. Percentual médio e desvio padrão da percentagem de matéria orgânica na praia da Conceição, Paulista-PE.

% Matéria orgânica	Fevereiro/2022	Junho/2022
Mediolitoral Superior	2,014% \pm 0,008	2,057% \pm 0,004
Mediolitoral Médio	2,443% \pm 0,005	1,872% \pm 0,008
Mediolitoral Inferior	1,417% \pm 0,004	1,742% \pm 0,008

5.2. DENSIDADE

A densidade populacional de *Callichirus corruptus* na praia da Conceição variou de 0 a 28 ind/m². A densidade média geral de galerias encontrada foi de 6,41 (\pm 5,47) ind/m² e as médias de cada transecto para cada mês de coleta com seus respectivos desvios encontram-se na tabela 2. O mês de outubro/2020 apresentou maior densidade, sendo encontrados 28 ind/m², enquanto os meses de dezembro/2020, maio/2021, fevereiro/2022, junho/2022 e agosto/2022 apresentaram densidades máximas de 14, 9, 17, 27 e 27 ind/m² respectivamente. Seguindo uma

escala temporal, foi possível observar que a densidade apresentou um padrão de oscilação que iniciou com uma alta densidade no mês de outubro, seguido por uma queda abrupta no mês de dezembro e voltou a aumentar nos meses posteriores (Figura 7).

Tabela 2. Densidade média (\pm desvio padrão) das aberturas de galerias/m² de *Callichirus corruptus* nos transectos 1, 2, 3 e 4 da praia da Conceição, Paulista-PE.

	T1	T2	T3	T4	Média/Mês
Outubro/2020	4,08 $\pm 3,28$	7,37 $\pm 5,17$	10,46 $\pm 7,24$	10,12 $\pm 7,12$	8,11 $\pm 6,44$
Dezembro/2020	2,56 $\pm 2,63$	1,78 $\pm 2,28$	3,35 $\pm 3,28$	2,00 $\pm 2,53$	2,42 $\pm 2,75$
Mai/2021	3,65 $\pm 2,66$	3,55 $\pm 2,09$	4,23 $\pm 1,66$	2,14 $\pm 2,17$	3,38 $\pm 2,26$
Fevereiro/2022	4,91 $\pm 3,53$	6,66 $\pm 3,48$	6,17 $\pm 2,96$	6,77 $\pm 4,31$	6,13 $\pm 3,64$
Junho/2022	7,75 $\pm 3,79$	7,37 $\pm 4,11$	9,86 $\pm 6,21$	8,60 $\pm 6,05$	8,37 $\pm 5,15$
Agosto/2022	6,10 $\pm 3,77$	6,83 $\pm 5,49$	9,83 $\pm 5,78$	11,08 $\pm 8,32$	8,46 $\pm 6,35$

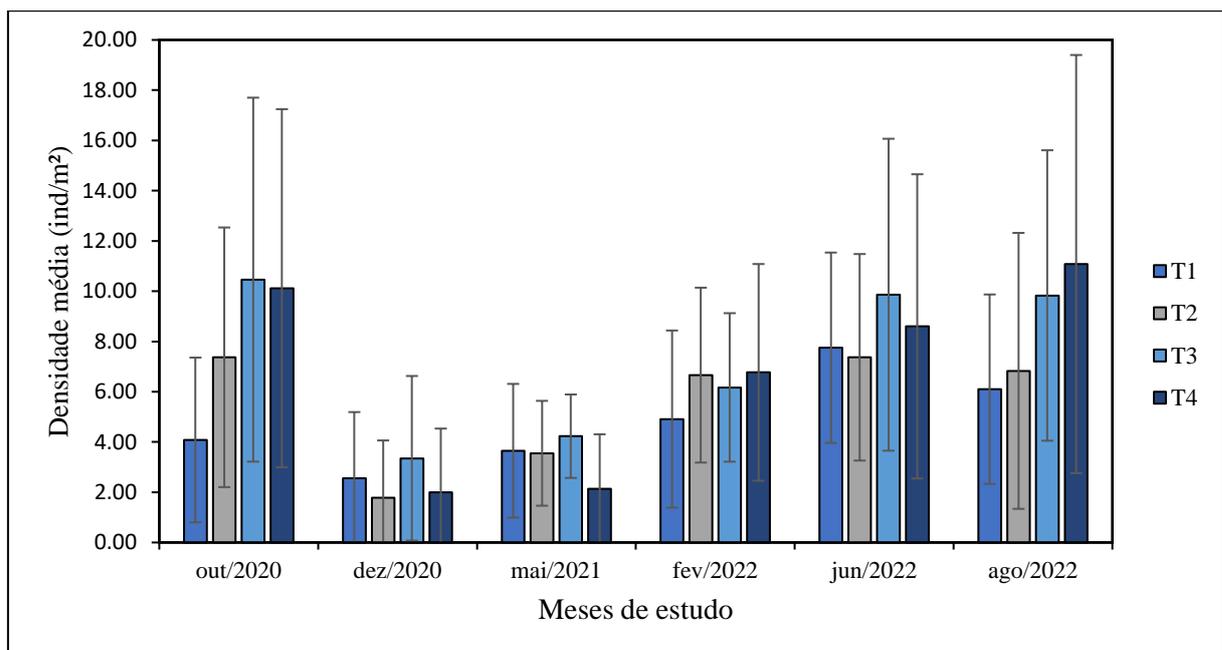


Figura 7. Densidade média de *Callichirus corruptus* nos transectos 1 (T1), 2 (T2), 3 (T3) e 4 (T4) na praia da Conceição, Paulista-PE. As barras de erro indicam o desvio padrão.

5.3. ASPECTOS POPULACIONAIS

Ao todo foram coletados 111 indivíduos sendo 28 machos (25,23%) e 83 fêmeas (74,77%), das quais 29 estavam ovígeras (34,94%). A proporção sexual para machos e fêmeas foi de 0,34:1, mostrando desvio significativo da proporção esperada de 1:1 ($p < 0,001$ e $X^2_{adj} = 26,27$). No entanto, somente nos meses de outubro/2020 e maio/2021 houve um desvio significativo para fêmeas ($p < 0,001$) (Tabela 3).

A DO de todos os indivíduos variou de 4,42 a 14,37mm, com a maioria deles medindo de 10 a 13mm (Figura 8). Foi encontrado diferenças significativas entre a DO de machos e fêmeas, com as fêmeas apresentando os maiores tamanhos ($p = 0,001$; $p < 0,05$) e predominando nas classes entre 10 e 15mm, enquanto os machos predominaram nas classes de tamanho de 7-9mm. Sendo assim, o indivíduo com menor comprimento de DO foi um macho enquanto o maior indivíduo foi uma fêmea, ambos coletados no mês de fevereiro de 2022.

Tabela 3. Total de indivíduos, número de machos e fêmeas de *Callichirus corruptus*, razão sexual entre machos e fêmeas e X^2 para cada mês de coleta. (asterisco indica diferenças significativas; $p < 0,001$)

Mês	Número de indivíduos				X^2_{adj}
	Total	Machos	Fêmeas	Razão M:F	
Out/2020	18	3	15	0,20:1	6,22 *
Dez/2020	14	3	11	0,27:1	3,50
Mai/2021	20	2	18	0,11:1	11,25*
Fev/2022	17	5	12	0,42:1	2,12
Jun/2022	20	6	14	0,43:1	2,45
Ago/2022	22	9	13	0,69:1	0,409
Total	111	28	83	0,34:1	26,27*

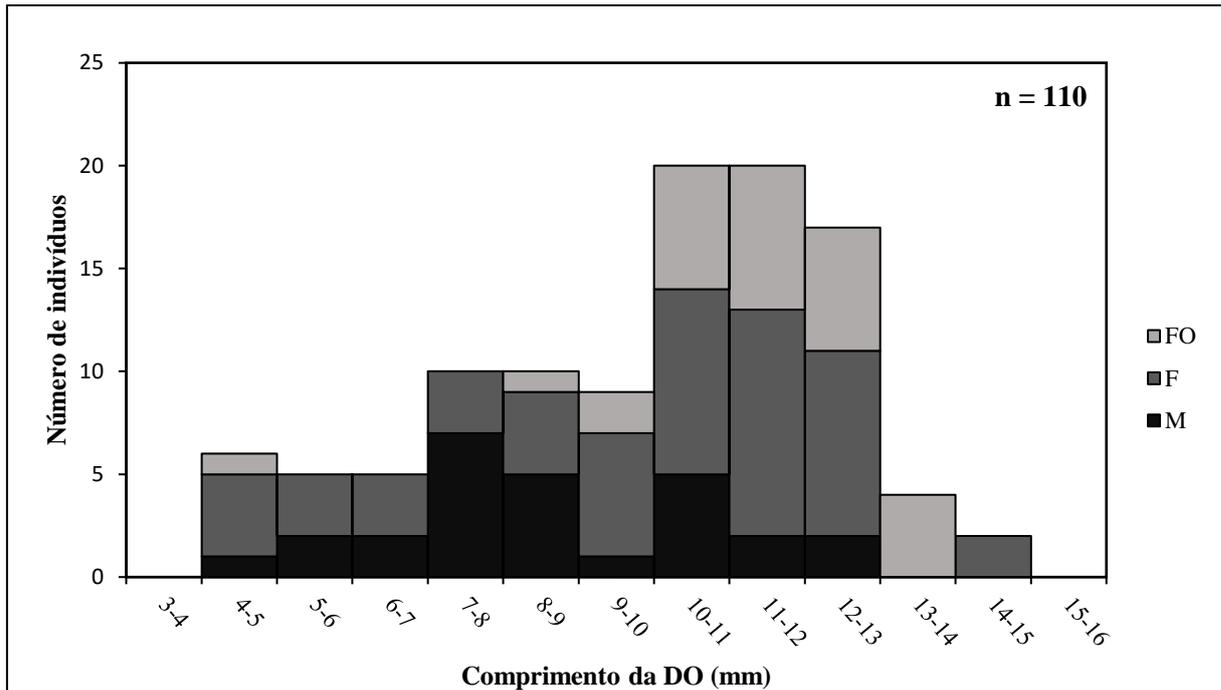


Figura 8. Distribuição de frequência de indivíduos de *Callichirus corruptus* por classes de comprimento de Dorsal Oval (DO) na praia da Conceição, Paulista-PE. FO = Fêmeas ovígeras; F = Fêmeas não ovígeras; M = Machos.

O CT variou de 26,44 a 116,96mm e ambos os indivíduos de menor e maior tamanho foram fêmeas não ovígeras. O CP variou de 2,50 a 15,56mm enquanto a LP esteve entre 1,94 e 10,59mm. As médias para o CP e LP em machos e fêmeas não mostrou diferenças significativas ($p > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Médias para Dorsal Oval (DO), Comprimento total (CT), Comprimento do propódio do quelípodo maior (CP) e Largura do propódio do quelípodo maior (LP) de *Callichirus corruptus* separadas por sexo. M = Machos; F = Fêmeas não ovígeras; FO = Fêmeas ovígeras; n= número de indivíduos.

Sexo	n	DO	CT	CP	LP
F	54	9,76 \pm 2,60	70,93 \pm 22,54	6,60 \pm 2,15	5,69 \pm 1,87
M	28	8,72 \pm 2,14	61,40 \pm 17,54	8,46 \pm 3,64	6,43 \pm 2,32
FO	29	11,35 \pm 1,81	84,97 \pm 12,99	7,89 \pm 1,10	6,90 \pm 0,75

Fêmeas ovígeras estiveram presentes durante todos os meses de estudo. Ao todo foram capturadas 29 fêmeas ovígeras, das quais 17 estavam com embriões nos estágios iniciais de desenvolvimento, de 1-4 (ausência de olhos) e 12 possuíam embriões nos estágios finais de desenvolvimento, de 5-9 (presença de olhos). No mês de fevereiro/22 todas as fêmeas ovígeras capturadas possuíam embriões nos estágios finais (Figura 9) e no mês de junho/22 todas elas apresentaram embriões nos estágios iniciais de desenvolvimento. O pico reprodutivo ocorreu durante o mês de dezembro/20, quando as fêmeas ovígeras representaram 50% da amostra. Das

17 fêmeas com embriões nos estágios 1-4, só foi possível realizar a contagem dos ovos em 9 delas, pois as demais apresentaram a massa de ovos incompleta. O número de ovos variou de 709 a 8433, com a média de 3844,11 ($\pm 2290,37$).

A variação no número de ovos acompanhou a variação para o comprimento da Dorsal Oval, com 55% dessa variação explicada pelo tamanho da DO das fêmeas ($R^2 = 0,551$) ($F = 25,20$; $p < 0,001$) (Figura 10).



Figura 9. Ovos entre os estágios de desenvolvimento 5-9 (com olhos) nos pleópodos de uma fêmea ovígera de *Callichirus corruptus* coletada na praia da Conceição, Paulista-PE.

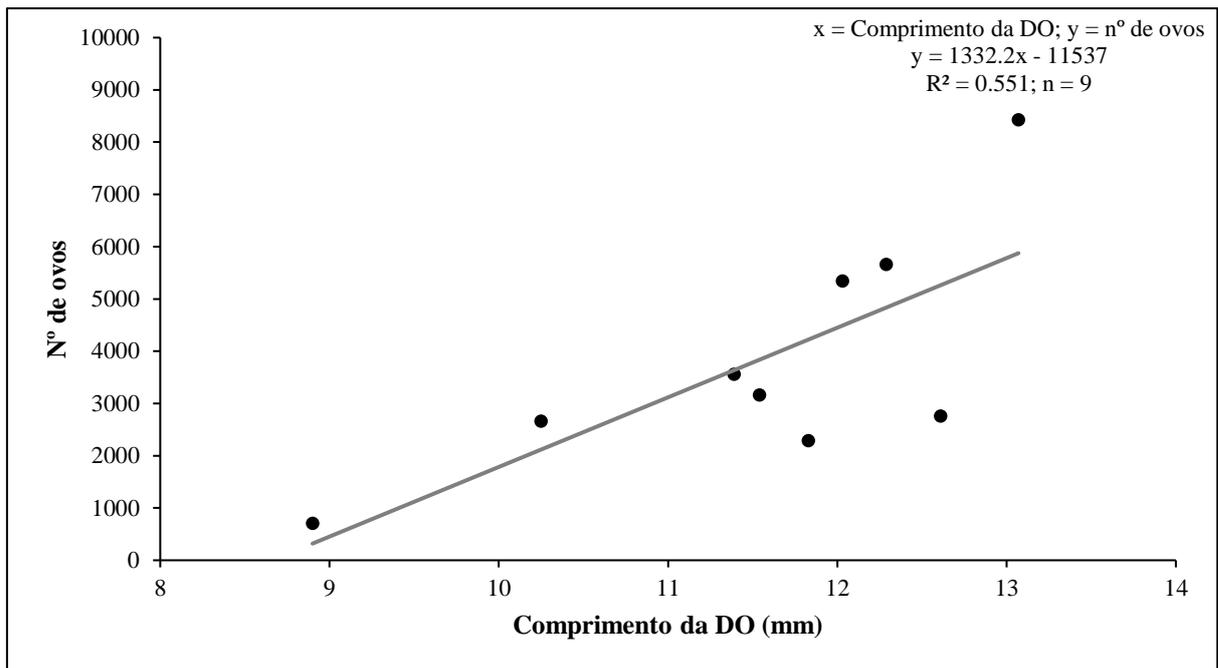


Figura 10. Relação entre o Número de ovos e o Comprimento da Dorsal Oval das fêmeas ovígeras de *Callichirus corruptus* na Praia da Conceição, Paulista (PE).

6. DISCUSSÃO

6.1. DENSIDADE

A contagem de orifícios/m² de espécies de camarões e caranguejos já foi utilizada para avaliar impactos ambientais em algumas populações, visto que é um método de estudo não-destrutivo, não sendo necessário ocorrer a captura destes animais (BARROS, 2001; PEDRUCCI e BORGES, 2009; GÜL e GRIFFEN, 2018). A coleta dos camarões-fantasma é considerada uma perturbação ao ambiente de praias arenosas, uma vez que essa atividade remove e mistura o sedimento, causando mortalidade e mudanças na estrutura das comunidades de macrofauna e meiofauna próximas ao local (WYNBERG e BRANCH, 1994; SKILLETER *et al.*, 2005; NEL e BRANCH, 2013). Além disso, a densidade, morfologia e distribuição espacial de animais escavadores é um bom bioindicador de impacto ambiental, sendo bastante utilizado para qualificar praias impactadas por atividades humanas, como o turismo e a coleta de camarões-fantasma para isca de pesca (LUCREZI *et al.*, 2009; GÜL e GRIFFEN, 2018). Através de estudos com essa metodologia, é possível observar que populações não impactadas e impactadas demonstram valores diferentes de densidades, evidenciando que as populações que sofrem algum tipo de pressão se mostram mais fragilizadas no que diz respeito ao número de indivíduos (SHIMIZU e ROSSO, 2000; BARROS, 2001; SOUZA e BORZONE, 2003;

PEDRUCCI e BORGES, 2009; MOSCHETTO E BORGES, 2014; HERNÁNDEZ *et al.*, 2019; MOSCHETTO *et al.*, 2020).

Diante do exposto, a densidade de *C. corruptus* observada no presente estudo foi semelhante ao encontrado por Botter-Carvalho *et al.*, (2002) para uma praia no litoral sul de Pernambuco, com a densidade variando entre 0 a 20 ind/m². Enquanto que Costa (2018), com o objetivo de compreender quais os efeitos que a construção de um Bagwall na praia da Conceição causou na população em questão, encontrou uma variação de 0 a 64 ind/m² com uma média de 21,92 ($\pm 5,02$) ind/m². A comparação entre os dados de densidade de Costa (2015 e 2016) (dados não publicados) e os dados do presente estudo encontram-se na tabela 5.

Assim como Costa (2018), foi observada uma queda na densidade populacional entre os meses de outubro e dezembro, seguido por um aumento a partir do mês de fevereiro. Costa (2018) atribuiu a diminuição na densidade à construção do Bagwall que foi finalizada no mês de novembro de 2015, no entanto, como esse padrão também se repetiu no atual estudo, pode caracterizar uma flutuação natural da população, relacionado ao recrutamento de novos indivíduos, pois o pico reprodutivo da população ocorre nos meses de dezembro e janeiro e é natural que, após a reprodução, ocorra o assentamento de novos indivíduos (MARINHO, 2017; COSTA, 2018; COSTA *et al.*, 2020). Além disso, avaliando os efeitos de um derramamento de petróleo, Shimizu e Rosso (2000) encontraram na praia de Barequeçaba - SP um aumento sazonal de indivíduos e explicaram estar relacionado com o período de recrutamento de indivíduos em geral. Eles evidenciaram o pico na densidade de *C. corruptus* nos meses de outubro (1987 e 1988) e junho (1988 e 1989) na praia de Barequeçaba, em São Vicente (SP). Já Alves-Júnior *et al.* (2014) na praia de Piedade, em Jaboatão dos Guararapes (PE) identificou que o recrutamento de juvenis ocorreu principalmente nos meses de fevereiro, março e maio de 2011 na praia de Piedade (Jaboatão dos Guararapes-PE), semelhante aos dados obtidos no presente estudo.

Quando comparadas as densidades do presente estudo com as obtidas por Costa (2015 e 2016) (dados não publicados), foi observada que houve grande diminuição nas médias mensais de indivíduos/m² (Tabela 5). Desse modo, é notável que a estimativa de densidade populacional de *C. corruptus* auxiliou na avaliação da situação da população após o impacto, mesmo num curto período de tempo, podendo ser considerada uma importante ferramenta em estudos desse aspecto.

De acordo com Kascak (2020), o camarão-fantasma *Lepidophthalmus louisianensis* é vulnerável a derramamentos de petróleo quando ocorre em locais de altas temperaturas ($\geq 30^{\circ}\text{C}$),

podendo sofrer grande mortalidade. Sendo assim, o clima do Nordeste brasileiro é naturalmente quente, frequentemente atingindo 30°C e os números encontrados no presente estudo podem ser um indicativo de que o derramamento de petróleo deixou a população da praia da Conceição fragilizada, aumentando a mortalidade dos indivíduos.

A grande mortalidade, com diminuição na densidade populacional comumente ocorre em praias impactadas pela pesca (SOUZA e BORZONE, 2003; HERNÁNDEZ *et al.*, 2019; MOSCHETO *et al.*, 2020). Entretanto, Costa (2018) considerou a praia da conceição como inexplorada pela pesca de camarões-fantasma, enquanto a praia de Piedade (Jaboatão dos Guararapes – PE) foi considerada explorada, e, ao longo do presente estudo, foi observado que a presença de pescadores de camarões-fantasma era frequente (observação pessoal). Além disso, moradores locais relataram que grande parte dos pescadores que frequentavam a praia de Piedade estavam migrando para a praia da Conceição, pois a presença de *C. corruptus* na praia de Piedade havia diminuído drasticamente. Diante disso, a diminuição na densidade populacional de *Callichirus corruptus* na praia da Conceição pode estar relacionada ao derramamento de petróleo de 2019, mas também à pesca que vem aumentando ao longo dos anos.

Tabela 5. Densidade média (\pm Desvio padrão) de *Callichirus corruptus* na praia da Conceição durante os anos de 2015-2016 (COSTA, 2015 e 2016 [dados não publicados]) e 2020-2022 (presente estudo).

Mês	2015	2016	2020	2021	2022
Outubro	10,76 \pm 2,57	17,96 \pm 3,06	8,11 \pm 6,44	-	-
Dezembro	7,15 \pm 1,89	15,69 \pm 3,50	2,42 \pm 2,75	-	-
Maio	-	13,96 \pm 2,44	-	3,38 \pm 2,26	-
Janeiro	-	5,83 \pm 1,12	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	6,13 \pm 3,64
Março	11,88 \pm 1,97	-	-	-	-
Junho	12,02 \pm 1,27	-	-	-	8,37 \pm 5,15
Agosto	14,34 \pm 2,02	-	-	-	8,46 \pm 6,35

6.2. ESTRUTURA POPULACIONAL

O desvio significativo na razão sexual encontrada no atual estudo concorda com o divulgado por Costa *et al.* (2020), que encontraram uma razão sexual de 0,66 M:1 F em juvenis e 0,63 M:1 F em indivíduos adultos. Em conjunto, Alves-Júnior *et al.* (2018) encontraram uma razão de 0,65:1 para machos e fêmeas em uma população de *C. corruptus* próxima à da praia da Conceição. Enquanto isso, na praia de Piedade (Jaboatão dos Guararapes-PE) as razões sexuais encontradas foram de 0,98 M:1 F (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2002), 1 M:1,24 F (ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2014) e 0,89 M:1 F (COSTA, 2018), evidenciando uma maior igualdade entre os sexos. A predominância de fêmeas não é algo incomum nos camarões-fantasma pois já foi observada em outras populações e pode estar relacionada a diversos fatores, como a alta mortalidade de machos ou ao método de coleta. Sabe-se que a utilização de bombas de sucção prioriza os indivíduos presentes nos ramos principais das galeras, comumente sendo fêmeas que se deslocam com o objetivo de desovar ou ventilar a massa ovígera, assim como explicado por Costa (2018). No entanto, considerando a diferença encontrada no presente estudo, o número maior de fêmeas pode ser um indicativo de que a população está sob pressão e tenta se estabilizar aumentando a quantidade de fêmeas para um maior sucesso reprodutivo.

Diante do exposto, a predominância de fêmeas encontrada no presente estudo é, ao que parece, uma característica natural da população de *Callichirus corruptus* da praia da Conceição, mas não se pode descartar a possibilidade de que o petróleo, a sobrepesca ou o método de coleta estejam influenciando no número de fêmeas encontradas levando em consideração a grande diferença encontrada na razão sexual.

Considerando a Dorsal Oval (DO), Costa *et al.* (2020) encontraram maior frequência de indivíduos entre 9 e 11mm, com fêmeas e fêmeas ovígeras predominando nestas classes, enquanto os machos predominaram nas classes de tamanho entre 6 e 8mm. De modo geral, o padrão se manteve após o impacto do petróleo, apenas com um leve aumento nas classes de tamanho, o que sugere que a população está atingindo maiores tamanhos na fase adulta.

O período reprodutivo de *C. corruptus* varia de acordo com a localidade da população, que pode ser contínua ou ocorrer somente nos períodos mais quentes do ano (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007; PEIRÓ *et al.*, 2014; SIMÃO e SOARES-GOMES, 2017; COSTA *et al.*, 2020). No presente estudo, similar à Costa *et al.* (2020), o período reprodutivo da espécie se mostrou contínuo, ocorrendo fêmeas ovígeras em todos os meses de coleta. Além disso, de acordo com Marinho (2017) e Costa *et al.* (2020), o pico reprodutivo da população da praia da Conceição ocorre durante os meses de dezembro a março. No presente estudo, corroborando com os estudos realizados antes do impacto do petróleo, a maior porcentagem de fêmeas

ovígeras foi encontrada no mês de dezembro (50%), seguindo o mesmo padrão dos estudos citados. De acordo com a Pereira *et al.* (2016), o clima da região Nordeste do Brasil é caracterizado em período seco e período chuvoso, o seco ocorrendo durante os meses de outubro a março. Diante disso, é comum que o pico reprodutivo de camarões-fantasma ocorra em período mais quentes, pois facilita a incubação dos ovos (RODRIGUES e SHIMIZU, 1997; BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007).

A fecundidade da população se mostrou alta e bastante similar aos estudos anteriores ao impacto do petróleo, que foram 3830.76 ± 2250.76 (COSTA *et al.*, 2020). De modo geral, a fecundidade alta em *C. corruptus* é observada em diversas populações ao longo do litoral, variando de 464 até 11460 embriões por fêmea (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007; PEIRÓ *et al.*, 2014; ROSA *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2020).

No presente estudo, 55% da variação no número de ovos foi explicada pelo tamanho da DO das fêmeas ($R^2 = 0,551$). Costa *et al.* (2020) observaram que 35% da variação no número de ovos foi explicada pelo tamanho da DO. Assim como Marinho (2017) explica, a porcentagem levemente maior encontrada no presente estudo pode se dar devido ao número de indivíduos analisados ter sido menor que o número utilizado por Costa *et al.* (2020). Entretanto, essa relação entre o tamanho da DO e o número de ovos já foi observada em outras populações de *Callichirus corruptus*, evidenciando que quanto maior é a fêmea, mais ovos ela irá obter em seu abdome (BOTTER-CARVALHO *et al.*, 2007; PEIRÓ, 2014).

7. CONCLUSÃO

O presente estudo trouxe novas informações sobre a população de *Callichirus corruptus* da praia da Conceição. Os aspectos populacionais se mantiveram estáveis em sua maioria, porém, a densidade de *C. corruptus* indica que houve diminuição no número de indivíduos ao longo do tempo. Essa diminuição pode estar relacionada a fatores como a chegada do petróleo na área de estudo ou o aumento na atividade de pesca desses animais. Ressaltamos a importância da conservação e proteção desta espécie, assim como destacamos o valor deste estudo uma vez que *C. corruptus* é uma espécie com grande importância ecológica e comercial. Por fim, incentivamos a continuidade de estudos com os camarões-fantasma que demonstram carência, especialmente relacionados a impactos ambientais no Nordeste do Brasil.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.; BENDER, M. I.; CAMILO, T.; MAFIOLETTI, V. Vazamento de Petróleo no Litoral do Nordeste em 2019 – Crime ou acidente ambiental? Quais suas consequências e quem responde por elas? **POLITEIA, coprodução do bem público: Accountability e gestão**, Florianópolis, 15 de setembro de 2020. Disponível em <<https://politeiacoproducao.com.br/vazamento-de-petroleo-no-litoral-do-nordeste-em-2019-crime-ou-acidente-ambiental-quais-suas-consequencias-e-quem-responde-por-elas/>>. Acesso em: 16 de out. de 2022.

ALVES-JUNIOR, F. A.; ARAÚJO, M. S. L. C.; COELHO, P.A. Population biology of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Callianassidae) at Piedade Beach, Brazil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, vol. 14, n. 1, p. 109-118, 2014.

ALVES-JUNIOR, F. A.; SANTANA, J. L. S.; FIGUEIREDO, A. M. F.; ARAÚJO, M. S. L. C. Population and reproductive biology of *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Axiidae: Callianassidae) in an urban beach, Northeastern, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, vol. 13, n. 2, p. 166-178, 2018.

ARAÚJO, M. A. DE; RAMALHO, C. W. N.; MELO, P. W. DE. Pescadores artesanais, consumidores e meio ambiente: consequências imediatas do vazamento de petróleo no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, vol. 36 n. 1, 2020.

BARROS, F. Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. **Biological Conservation**, vol. 97, p. 399-404, 2001.

BERKENBUSH, K; ROWDEN, A. A. Ecosystem engineering — moving away from 'just-so' stories. **New Zealand Journal of Ecology**, vol. 27, n. 1, p. 67-73, 2003.

BEYER, J.; TRANNUM, H. C.; BAKKE, T.; HODSON, P. V.; COLLIER, T. K. Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 110, p. 28-51, 2016.

BIFFAR, T. A. The genus *Callianassa* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) in south Florida, with keys to the western Atlantic species. **Bulletin of Marine Science**, vol. 21, n. 3, p. 637-715, 1971.

BITTENCOURT, R. S. **Estudo sobre o impacto da urbanização nas dunas das praias do santinho e Ingleses do Rio Vermelho localizados no norte da ilha de Santa Catarina**. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, pp. 82. 2017.

BOTTER-CARVALHO, M. L.; CARVALHO, P. V. V. C.; SANTOS, P. J. P. New records confirming the occurrence of the ghost shrimps *Biffarius biformis* (Biffar, 1970) and *B. fragilis* (Biffar, 1971) (Decapoda, Callianassidae) in Brazil and the southwestern Atlantic. **Biota Neotrop.**, vol. 12, n. 3, p. 88-93, 2012

BOTTER-CARVALHO, M. L.; SANTOS, P. J. P.; CARVALHO, P. V. V. C. Spatial distribution of *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. **Nauplius**, vol. 10, n. 2, p. 97-109, 2002.

BOTTER-CARVALHO, M. L.; SANTOS, P. J. P.; CARVALHO, P. V. V. C. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, vol. 71, p. 508-516, 2007.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. Terceira edição. 2018.

CERQUEIRA, W. R. P.; BATISTA, R. N.; SANTOS, V. O.; BARBARINO, J. L.; QUAGLIO, G. S.; REIS, P. H. S. M. Registro de petróleo em poríferos e cnidários durante o impacto agudo de derramamento no Nordeste brasileiro em 2019. **Scientia Plena**, vol. 16, n. 8, pp. 8, 2020.

CERQUEIRA, W. R. P. Probable mortality of *Holothuria (Halodeima) grisea* (SELENKA, 1867) (Echinodermata, Holothuroidea) after acute impacto f oil spill in the Northeast of Brazil in 2019. **Arquivos de Ciências do Mar**, vol. 54, n. 1, p. 61-68, 2021.

COSTA, L. B. **Efeitos de distúrbios antropogênicos sobre populações do camarão-fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Axiidea, Callianassidae)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, pp. 70. 2018.

COSTA, L. B.; MARINHO, N. C. M.; GOMES, P. B.; SANTOS, P. J. P.; CARVALHO, P. V. V. C.; BOTTER-CARVALHO, M. L. Interpopulation differences of the burrowing shrimp *Callichirus major* on urban beaches under diferente levels of fishing pressure. **Ocean & Coastal Management**, vol. 197, n. 1, 2020.

CRAVEIRO, N.; ALVES, R. V. A.; SILVA, J. M. DA; VASCONCELOS, E.; ALVES-JUNIOR, F. A.; FILHO, J. S. R. Immediate effects of the 2019 oil spill on the macrobenthic fauna associated with macroalgae on the tropical coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 165 (112107), 2021.

DA ROSA, L. C. Sandy beach macroinfauna response to the worst oil spill in Brazilian coast: No evidence of an acute impact. **Marine Pollution Bulletin**, vol 180 (113753), 2022.

DE LA HUZ, R.; LASTRA, M.; JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIÉITEZ, J. M. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the “Prestige” oil spill. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, vol. 65, p. 19-29, 2005.

DWORSCHAK, P. C.; FELDER, D. L.; TUDGE, C. C. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidae de Saint Laurent, 1979 (Formerly Known Collectively as Thalassinidea). **The Crustacea**, vol. 9B, cap. 69, p. 109-219, 2012.

DWORSCHAK, P. C. On the Burrows of *Lepidophthalmus louisianensis* (SCHMITT 1935) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). **Senckenbergiana marítima**, vol. 30, n. 3, p. 99-104.

ESCOBAR, H. Mystery oil spill threatens marine sanctuary in Brazil. **Science**, vol. 366, 6466, p. 672-672, 2019.

EUZEBIO, C. S.; RANGEL, G. S.; MARQUES, R. C.; Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. **RBCIAMB**, n. 52, p. 79-98, 2019

FELDER, D. L.; THOMA, B. P.; SCHMIDT, W. E.; SAUVAGE, T.; SELF-KRAYESKY, S. L.; CHISTOSERDOV, A.; BRACKEN-GRISSOM, H. D.; FREDERICQ, S. Seaweeds and Decapod Crustaceans on Gulf Deep Banks after the Macondo Oil Spill. **Bioscience**, vol. 64, n. 9, p. 808-819, 2014.

GANDRA, M. S.; BEMVENUTI, C. E.; ANGONESI, L. G.; COLLING, L. A.; PEDERZOLLI, E.; FRONZA, L. Efeitos do petróleo sobre a associação de Macroinvertebrados bentônicos na praia do cassino, Extremo sul do Brasil. **3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Salvador, Bahia, 2005.

GÜL, M. R.; GRIFFEN, B. D. Impacts of human disturbance on ghost crab burrow morphology and distribution on sandy shores. **PLOS ONE**, dec. 2018.

HAILSTONE, T. S.; STEPHENSON, W. The Biology of *Callinassa (Trypaea) australiensis* Dana 1852 (Crustacea, Thalassinidea). **University of Queensland Papers**, vol. 1, n. 12, p. 259-286, 1961.

HEARD, R. W.; KING, R. A.; KNOTT, D. M.; THOMA, B. P.; THORNTON-DEVICTOR, S. A guide to the Thalassinidea (Crustacea: Malacostraca: Decapoda) of the South Atlantic Bight. **NOAA Professional paper NMFS 8**, pp. 30, 2007.

HEREMAN, M. J.; **Biologia populacional de *Callinectes major* (Say, 1818) (Crustacea: Axiidea: Callinassidae), nas praias de Santos e São Vicente, litoral centro do Estado de São Paulo, Brasil: subsídios para conservação e manejo**. Dissertação (Mestrado em biodiversidade aquática) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. São Vicente, pp. 91. 2016.

HERNÁNDEZ, P. An Update on Reproduction in Ghost Shrimps (Decapoda: Axiidea) and Mud Lobsters (Decapoda: Gebiidea). **Marine Ecology - Biotic and Abiotic Interactions**. Cap. 11, março, 2018.

HERNÁEZ, P. **Diversidade e distribuição geográfica de camarões corruptos (Infraordens Axiidea e Gebiidea), ao longo do litoral brasileiro: uma aproximação geológica aos padrões biogeográficos de distribuição.** Relatório final do projeto de pós-doutorado – FAPESP, pp. 124, 2018.

HERNÁEZ, P.; HEREMAN, M. J.; PIMENTA, C. E. R.; RIO, J. P. P.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. La efectividad de una ley de protección al servicio de la conservación de un recurso marino: El ejemplo del camarón fantasma *Callichirus major* (Decapoda, Callianassidae) de la costa de Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, vol. 109: e2019001, pp. 9, 2019.

HERNÁEZ, P.; MIRANDA, M. S.; RIO, J. P. P.; PINHEIRO, M. A. A. A new *Callichirus* ghost shrimp species from the south-western Atlantic, long confounded with *C. major* (Say, 1818) (Decapoda: Axiidea: Callichiridae). **Journal of Natural History**. Vol. 56, p. 09-12, 2022.

HERNÁEZ, P.; PINHEIRO, M. A. A.; ALVES-JUNIOR, F. A.; SANTANA, W. Intertidal burrowing shrimps (Axiidea: Callianassidae, Callichiridae; Gebiidea: Axiannassidae, Upogebiidae) collected along the Brazilian coast. **Marine Biology Research**, 2022

HERNÁEZ, P.; MIRANDA, M. S.; RIO, J. P. P.; PINHEIRO, M. A. A. Integrative taxonomy reveals hidden species within the western Atlantic *Callichirus major* s. l. (Decapoda, Axiidea, Callichiridae). **bioRxiv**. 2020.

IBAMA. **Manchas de óleo no litoral do Nordeste.** Localidades atingidas; Desmobilizações. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo>>. Acesso em: 05 de mar. de 2021.

IBAMA. **Manchas de óleo no litoral do Nordeste.** Localidades atingidas; Desmobilizações. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo-localidades-atingidas>>. Acesso em: 16 de out. de 2021.

ITOPF. **Oil tanker spill statistics 2020.** Knowledges e Resources; Data & Statistics. Disponível em: < <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>>. Acesso em: 04 de ago. de 2021.

JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **OIKOS**, vol. 69, p. 373-386, 1994.

KASCAK, A. **Determining the Interaction Between the Ghost Shrimp *Lepidophthalmus Louisianensis* and Crude Oil**. Dissertation (Doctor of Science) - University of Louisiana. Lafayette, pp. 89. 2020

KEVREKIDIS, T.; GOUVIS, N.; KOUKOURAS, A. Population dynamics, reproduction and growth of *Upogebia pusilla* (Decapoda, Thalassinidea) in the Evros Delta (North Aegean sea). **Crustaceana**, vol. 70, n. 7, p. 799-812, 1997.

KORNIENKO, E. S. Burrowing Shrimp of the Infraorders Gebiidea and Axiidea (Crustacea: Decapoda). **Russian Journal of Marine Biology**, vol. 39, n. 1, p. 1-14, 2013.

LAURINO, I. R. A.; BUCHMANN, F. S.; HERNÁNDEZ, P. Spatial-Temporal Distribution of the Burrowing Shrimp *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda, Callichiridae) in Preserved Populations of Southeastern Brazil. **Thalassas: An International Journal of Marine Sciences**, vol. 36, p. 333-342, 2020.

LEWIS, J. P.; TARNECKI, J. H.; GARNER, S. B.; CHAGARIS, D. D.; PATTERSON, W. F. Changes in Reef Fish Community Structure Following the Deepwater Horizon Oil Spill. **Scientific reports**, vol 10, n. 5621, 2020.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A.; WALKER, S. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach. **Environ Monit Assess**, vol. 152, p. 413-424, 2009.

MACEDO, A. V.; SILVA, A. L. C.; MADUREIRA, E. A. L.; SILVESTRE, C. P. Poluição por lixo nas praias de Abraão e Preta na borda setentrional-oriental da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ) e o impacto socio-ambiental. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada; I Coongresso Nacional de Geografia Física**. Campinas, São Paulo, 2017.

MANNING, R. B.; FELDER, D. L. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). **Proceedings of the biological society of Washington**, vol. 104, n. 4, p. 764-792, 1991.

MANNING, R. B.; FELDER, D. L. THE STATUS OF THE CALLIANASSID GENUS *CALLICHIRUS* STIMPSON, 1866 (CRUSTACEA: DECAPODA: THALASSINIDEA). **Proceedings of the biological society of Washington**, vol. 99, n 3, p. 437-443, 1986.

MANTELATTO, F. L. M.; GARCIA, R. B. Reproductive potential of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Anomura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, vol. 19, n. 2, p. 268-275, 1999.

MARINHO, N. C. M. **Estrutura populacional e aspectos reprodutivos de *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Decapoda, Callianassidae), na praia da Conceição, Paulista-PE.** Monografia (Licenciatura plena em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 32. 2017.

MEIRELES, M. Trinta toneladas de óleo são recolhidas em praias de Pernambuco neste sábado. **G1 Pernambuco**, 19 de outubro de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/10/19/trinta-toneladas-de-oleo-sao-recolhidas-em-praias-de-pernambuco-neste-sabado.ghtml>>. Acesso em: 16 de out. de 2022.

MONITORAMENTO pluviométrico. **APAC: Agência pernambucana de águas e climas**, 2020, 2021 e 2022. Disponível em: <<http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em: 17 de out. de 2022.

MONTAGNA, P. A.; BAGULEY, J. G.; COOKSEY, C.; HYLAND, J. L. Persistent Impacts to the Deep Soft-Bottom Benthos One Year After the Deepwater Horizon Event Integrated. **Environmental Assessment and Management**, vol. 13, n. 2, p. 342-351, 2016.

MOSCHETO, F. A.; BORGES, R. P. Densidade de *Callichirus major* (Say, 1818) nas praias do José Menino, Santos/SP, e Itararé, São Vicente/SP. **UNISANTA BioScience**, vol. 3, n. 1, p. 10-14, 2014.

MOSCHETO, F. A.; DUARTE, L. F. A.; BORGES, R. P. Population structure of *Callichirus major* (Say 1818) (Crustacea: Callianassidae) and conservation considerations at southeast coast of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, vol. 92, n. 1, pp. 13, 2020.

NATES, S. F.; FELDER, D. L. Impacts of burrowing ghost shrimp, genus *Lepidophthalmus* Crustacea: Decapoda: Thalassinidea, on penaeid shrimp culture. **Journal of the World Aquaculture Society**, vol. 29, p. 198-210, 1998.

NEL, P.; BRANCH, G. M. The effect of bait collectors on stocks of *Callichirus kraussi* and *Upogebia* species in Langebaan Lagoon. **African Zoology**, vol. 49, n. 1, p. 30–43, 2014

PEDRUCCI, A. C. C.; BORGES, R. P. Determinação de densidade populacional de *Callichirus major* na praia de José Menino – Santos e Itararé – São Vicente. **Revista Ceciliana**, vol. 1, n. 2, p. 121-125, 2009.

PEIRÓ, D. F.; WEHRTMANN, I. S.; MANTELATTO, F. L. Reproductive strategy of the ghost shrimp *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea: Callianassidae) from the southwestern Atlantic: sexual maturity of females, fecundity, egg features, and reproductive output. **Invertebrate Reproduction & Development**, vol. 58, n. 4, p. 294-305, 2014.

PENA, P. G. L.; NORTHCROSS, A. L.; LIMA, M. A. G.; RÊGO, R. C. F. Derramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019: emergência em saúde pública em questão. **Cadernos de saúde pública**, vol. 36, n. 2, 2020.

PEREIRA, P. S.; ARAÚJO, T. C. M.; MANSO, V. D. A. V. Tropical sandy beaches of Pernambuco state. In: SHORT, A.; KLEIN, A. (eds) **Brazilian Beach Systems**. Coastal Research Library, vol 17, p. 251-279, 2016.

PEZZUTO, P. R. Population Dynamics of Sergio mirim (RODRIGUES19 71) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. **P.S.Z.N.: Marine Ecology**, vol. 19, n. 2, p. 89-109, 1998.

PINHEIRO, M. A. A.; DUARTE, L. F. A.; SOUZA, B. T.; SOARES, V. S.; NOBRE, C. R. Tamanho do quadrado ideal de amostragem e estimativa da densidade de *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea), em Santos (SP). In: **Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, XIV**. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 2011.

POORE, G. C. B.; DWORSCHAK, P. C.; ROBLES, R.; MANTELATTO, F. L.; FELDER, D. L. A new classification of Callianassidae and related families (Crustacea: Decapoda: Axiidea) derived from a molecular phylogeny with morphological support. **Memoirs of Museum Victoria**, vol. 78, p. 73-146, 2019.

RIO, J. P. P.; **Taxonomia, morfologia reprodutiva e crescimento relativo no camarão-fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae), no sudeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Aquática) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. São Vicente, pp. 91, 2018.

RODRIGUES, S. A. **Aspectos da biologia de thalassinidea do Atlantico Tropical Americano.** Tese (Livre docência) – Universidade de São Paulo. São Paulo, pp. 174, 1983.

RODRIGUES, S. A. Sobre a reprodução, embriologia e desenvolvimento larval de *Callichirus Major* Say, 1818 (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, vol. 1, n. 1, p. 85-104, 1976.

RODRIGUES, S. A.; SHIMIZU, R. M. Autoecologia de *Callichirus major* (Say, 1818). **Oecologia Brasiliensis**, vol. 3, p. 155-170, 1997.

ROSA, L. C.; FREIRE, K. M. F.; SOUZA, M. J. M. Spatial distribution and population dynamics of *Callichirus major* (Crustacea, Callianassidae) in a tropical sandy beach, northeastern Brazil. **Invertebrate Biology**, vol. 137, pp. 11, 2018.

ROTH, A. M. F.; BALTZ, D. M. Short-Term Effects of an Oil Spill on Marsh-Edge Fishes and Decapod Crustaceans. **Estuaries and Coasts**, vol. 32, p. 565-572, 2009.

SAINT-LAURENT, M. Sur la systematique et la phylogene des Thalassinidea: definition des familles des Callianassidae et des Upogebiidae et de cinq genres nouveaux (Crustacea Decapoda). **C.R. Acad. Sci.** Vol, 277, n. 5, p. 513-516, 1973.

SANDERS, H. L. Florida Oil Spill Impact on the Buzzards Bay Benthic Fauna: West Falmouth. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, vol. 35, p. 717-729, 1978.

SCHLACHER, T. A.; HOLZHEIMER, A.; STEVENS, T.; RISSIK, D. Impacts of the 'Pacific Adventurer' Oil Spill on the Macrobenthos of Subtropical Sandy Beaches. **Estuarine and Coasts**, vol. 34, p. 937-949, 2011.

SHIMIZU, R. M.; ROSSO, S. Influence of an oil spill on the abundance of *Callichirus major* (Say, 1818) on a sandy beach in southeastern Brazil (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). **Nauplius**, vol. 8, n. 1, p. 63-72, 2000.

SIMÃO, D. S.; RAMOS, M. F.; SOARES-GOMES, A. Population Structure of *Callichirus Major* (Say 1818) (Crustacea: Thalassinidea) in a Sandy Beach of Rio de Janeiro State, Southeast Brazil Coast. **Journal of Coastal Research**, vol. 39, p. 1165-1168, 2006.

SIMÃO, D. S.; SOARES-GOMES, A. Population dynamics and secondary production of the ghost shrimp *Callichirus major* (Thalassinidea): A keystone species of Western Atlantic dissipative beaches. **Regional Studies in Marine Science**, vol. 14, p. 34-42, 2017.

SKILLETER, G. A.; ZHARIKOV, Y.; CAMERON, B.; MCPHEE, D. P. Effects of harvesting callianassid (ghost) shrimps on subtropical benthic communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 320, p. 133-158, 2005.

SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A. A extração de corrupto, *Callichirus major* (Say) (Crustacea, Thalassinidea), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: as populações exploradas. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 20, n. 4, p. 625-630, 2003.

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. **Ed.Edgard Blucher Ltda. EDUSP**, pp. 317, 1973.

WYNBERG, R. P.; BRANCH, G. M. Disturbance associated with bait-collection for sandprawns (*Callinassa kraussi*) and mudprawns (*Upogebia africana*): Long-term effects on the biota of intertidal sandflats. **Journal of Marine Research**, vol. 52, p. 523-558, 1994.

YU, O. W.; LEE, H. G.; SHIM, W. J.; KIM, M.; PARK, H. S. Initial impacts of the Hebei Spirit oil spill on the sandy beach macrobenthic community west coast of Korea. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 70, p. 189-196, 2013.