



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

LUCIANO LUIZ SANTOS SILVA

**ALIMENTAÇÃO DO SIRI *Callinectes danae* SMITH, 1869 EM DIFERENTES
AMBIENTES, ILHA DE ITAMARACÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

SERRA TALHADA

2023

LUCIANO LUIZ SANTOS SILVA

**ALIMENTAÇÃO DO SIRI *Callinectes danae* SMITH, 1869 EM DIFERENTES
AMBIENTES, ILHA DE ITAMARACÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Girlene Fábila Segundo Viana

SERRA TALHADA

2023

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)

- S586a Silva, Luciano Luiz Santos
 Alimentação do siri *Callinectes danae* Smith, 1869 em diferentes ambientes, Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil /
Luciano Luiz Santos Silva. - 2023.
 49 f. : il.
- Orientadora: Girlene Fabia Segundo Viana.
 Inclui referências e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2023.
1. Conteúdo estomacal. 2. Ecologia alimentar. 3. Portunidae. I. Viana, Girlene Fabia Segundo, orient. II. Título

CDD 639

LUCIANO LUIZ SANTOS SILVA

**ALIMENTAÇÃO DO SIRI *Callinectes danae* SMITH, 1869 EM DIFERENTES
AMBIENTES, ILHA DE ITAMARACÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE/UAST, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

APROVADO em 04 de agosto de 2023.

Banca examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Girlene Fábila Segundo Viana
(Presidente e Orientadora, UFRPE/UAST)

Prof. Dr. Elton José de França
(2º Membro titular, UFRPE/UAST)

Prof^ª. Dr^ª. Renata Akemi Shinozaki Mendes
(3º Membro Titular, UFRPE/UAST)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e em seguida aos meus pais, que são a base de tudo que sou hoje!

Agradecimentos

Agradeço,

Primeiramente a Deus, que me guiou e me deu forças para continuar e poder hoje estar na etapa final do curso entregando este trabalho concluído.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, gostaria de estender meus sinceros agradecimentos, na pessoa da sua diretora, Dr^a. Ellen Karine Diniz Viégas, pelo inestimável suporte que tem proporcionado aos alunos desta conceituada unidade acadêmica.

A todo o corpo docente que faz o curso de Engenharia de Pesca ser especial, por seu compromisso, dedicação e paixão pelo ensino. Cada professor e professora tem sido uma fonte valiosa de conhecimento e inspiração em minha jornada acadêmica. Agradeço por tornarem as aulas envolventes, estarem sempre disponíveis para esclarecer dúvidas e por nos incentivarem a alcançar nosso potencial máximo. Seu legado como educadores será lembrado com carinho e apreço.

À toda equipe docente e administrativa da Unidade Acadêmica de Serra Talhada por sua dedicação e esforço incansável em garantir a excelência do ensino e das atividades desenvolvidas. Sem o suporte dessa equipe, nosso caminho rumo ao conhecimento seria muito mais árduo. Assim, expresso minha gratidão profunda a todos os envolvidos nesse processo educacional transformador, pois cada gesto de apoio, incentivo e dedicação tem um impacto positivo em nossa formação acadêmica e pessoal.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Girlene Fábila Segundo Viana, cujo apoio, conhecimento e orientação foram fundamentais para a elaboração deste estudo. Suas valiosas sugestões e contribuições enriqueceram o conteúdo desta pesquisa e proporcionaram uma perspectiva enriquecedora em todo o processo.

Aos meus colegas do Laboratório de Bentos (LABENTOS) da UFRPE/UAST, Ávila Daniel, Milene Ferreira, Edja Nathiele, João Victor e Bianca Guedes, cuja ajuda na triagem do material foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Além do hoje Biólogo Adão de Medeiros pelo empenho em identificar e triar o material quando chegou ao laboratório, facilitando o estudo e resultados deste trabalho.

Ao Laboratório de Dinâmica de Populações Aquáticas da UFRPE/UAST na pessoa do Prof. Dr. Francisco Marcante e seus orientandos, e ao Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRPE

na pessoa da Prof^a. Dr^a. Ana Carla e seus orientandos, que realizaram as coletas e cederam o material usado nesta monografia.

Ao Grupo de Análises Químicas (GAQ/UAST) e o Núcleo de Química Analítica Avançada de Pernambuco (NUQAAPE/FACEPE/PRONEX - APQ-0346-1.06/14) pelas análises espectroscópicas.

Por fim, dedico um agradecimento especial à minha família e amigos, cujo apoio emocional e encorajamento foram essenciais para enfrentar os desafios ao longo desse percurso acadêmico.

A todos vocês, meu sincero reconhecimento pelo suporte, incentivo e contribuições que fizeram parte deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo é investigar e classificar os componentes alimentares de *Callinectes danae* após um derramamento de óleo, buscando identificar possíveis alterações em seu comportamento alimentar e na ingestão de materiais contaminantes, como petróleo e microplásticos. As coletas foram realizadas em diferentes períodos durante a estação chuvosa em julho, agosto de 2020 e maio de 2021 e seca nos meses de setembro, novembro e dezembro de 2020. Os exemplares, são oriundos da fauna acompanhante da pesca diurna de peixes, ao qual utilizou-se uma rede de arrasto de 5 mm, que aconteceu em três pontos distintos, na Praia de Jaguaribe, representando a Zona de arrebentação, o segundo na Foz do Rio Jaguaribe, e o terceiro na região mais interna do rio, correspondente a Região estuarina. Posteriormente, os estômagos dos siris foram extraídos, pesados e o grau de repleção avaliado. Para analisar a contribuição de cada item alimentar, foram aplicados o Método dos Pontos, a Frequência de Ocorrência e o Índice Alimentar, além de verificar o hábito por meio da estratégia alimentar. O estudo identificou 10 itens alimentares em ambos os períodos de coleta. Durante a estação chuvosa, os itens mais representativos foram Crustacea, Mollusca e Macroalga na Zona de arrebentação, e Crustacea, Mollusca e Matéria Orgânica Vegetal na Foz. Já na estação seca, foram Crustacea, Alga calcária e Osteichthyes na Zona de arrebentação, e Crustacea, Mollusca e Osteichthyes na Região estuarina. Além disso, foram encontrados indícios de contaminantes prováveis de derivados do petróleo na parte interna dos siris, especificamente na "membrana articular". Tal indício foi confirmado através de análises feitas com espectrofotômetro de infravermelho. No entanto, não foram detectados microplásticos nas amostras analisadas. Os resultados indicam que *C. danae* possui uma dieta de caráter generalista, com uma preferência acentuada por crustáceos e moluscos. É interessante notar que mesmo após o derramamento de óleo, não foram observadas mudanças significativas em sua alimentação, corroborando com a literatura existente sobre o comportamento alimentar dessa espécie. Esse estudo é relevante para o entendimento da ecologia alimentar de *C. danae* em um contexto pós-derramamento de óleo, além de fornecer informações valiosas para a conservação desses caranguejos e dos ecossistemas aquáticos em que estão inseridos.

Palavras-chave: Conteúdo estomacal, Ecologia alimentar, Portunidae.

ABSTRACT

The objective of this study is to investigate and classify the food components of *Callinectes danae* after an oil spill, seeking to identify possible changes in their feeding behavior and in the ingestion of contaminating materials, such as oil and microplastics. The collections were carried out in different periods during the rainy season in July, August 2020 and May 2021 and dry in the months of September, November and December 2020. The specimens come from the accompanying fauna of daytime fish fishing, which used a 5 mm trawl, which took place at three different points, at Jaguaribe Beach, representing the surf zone, the second at the mouth of the Jaguaribe River, and the third in the innermost region of the river, corresponding to the estuarine region. Subsequently, the stomachs of the crabs were extracted, weighed and the degree of repletion assessed. To analyze the contribution of each food item, the Point Method, the Frequency of Occurrence, and the Food Index were applied, in addition to verify the habit through the food strategy. The study identified 10 food items in both collection periods. During the rainy season, the most representative items were Crustacea, Mollusca and Macroalgae in the upwelling zone, and Crustacea, Mollusca and Plant Organic Matter in the estuary. In the dry season, they were Crustacea, Calcareous algae and Osteichthyes in the upwelling zone, and Crustacea, Mollusca and Osteichthyes in the estuarine region. In addition, evidence of probable petroleum contaminants was found in the internal part of the crabs, specifically in the "articular membrane". Such evidence was confirmed by analysis with an infrared spectrophotometer. However, no microplastics were detected in the samples analyzed. The results indicate that *C. danae* has a generalist diet, with a marked preference for crustaceans and mollusks. It is interesting to note that even after the oil spill, no significant changes were observed in its diet, corroborating the existing literature on the feeding behavior of this species. This study is relevant to the understanding of the feeding ecology of *C. danae* in a post-oil spill context, in addition to providing valuable information for the conservation of these crabs and the aquatic ecosystems in which they are inserted.

Key words: Stomach contents, feeding ecology, Portunidae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área do estudo e locais de amostragem. Ponto 1- Praia de Jaguaribe, Zona de arrebentação, ao Sul da foz do rio; Ponto 2- Foz do Rio Jaguaribe e Ponto 3 – Região estuarina. Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil.....25

Figura 2. Abordagem nutricional do siri *Callinectes danae* no período chuvoso na Zona de arrebentação e Foz do Rio Jaguaribe, e no período seco na Zona de arrebentação e Região estuarina. Mac (Macroalgas); MOA (Matéria Orgânica Animal); MOV (Matéria Orgânica Vegetal); MON (Matéria Orgânica Não Identificada); Mol (Mollusca); Cru (Crustacea); Ovo (Ovos); For (Foraminifera); Alg (Alga calcária); e Ost (Osteichthyes).....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação e percentual do número total de estômagos de *C. danae* capturados na Praia de Jaguaribe e foz do Rio Jaguaribe, quanto a sua repleção estomacal. Arr (Zona de arrebentação); Foz (Foz do Rio Jaguaribe); e Est (Região estuarina).....29

Tabela 2. Comparação dos resultados obtidos da frequência de ocorrência (FO), volume (V) e índice alimentar (IAi) dos itens encontrados nos estômagos do *C. danae* para o período chuvoso e seco. Arr (Zona de arrebentação); Foz (Foz do Rio Jaguaribe); e Est (Região estuarina).....30

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Portunídeos, distribuição e habitats	13
2.2. Ecologia do <i>Callinectes danae</i>	15
2.3. A importância comercial da espécie	16
2.4. Ameaças do derrame do Petróleo e seus derivados ao ecossistema marinho	18
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
5. REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	39
6. ANEXO.....	44

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de pesquisa intitulado “Crustáceos oportunistas da praia de Jaguaribe e estuário do Rio Jaguaribe, Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil”, aprovado pelo Conselho Técnico Administrativo (CTA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), decisão nº 12217/2022, em sua XVIII Reunião Ordinária, realizada no dia 15 de dezembro de 2022. O trabalho realizado teve como estudo a dieta natural do *Callinectes danae*, resultando ao final no artigo intitulado “ANÁLISE DA ALIMENTAÇÃO DO SIRI *Callinectes danae* SMITH, 1869 NA ILHA DE ITAMARACÁ, PERNAMBUCO, BRASIL” a ser publicado no *Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP*, e-ISSN 2525-815X detentora do Qualis A4 - Ciências Ambientais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Portunídeos, distribuição e habitats

A família Portunidae foi originalmente identificada por Rafinesque em 1815 e abrange uma variedade de organismos aquáticos. Essa classificação engloba sete subfamílias, aproximadamente quarenta gêneros e 307 espécies, majoritariamente encontradas em ambientes marinhos. Algumas dessas espécies também apresentam adaptações para sobreviver em ambientes estuarinos com menor salinidade, sendo frequentemente observadas nas proximidades da foz (Ng *et al.*, 2008; Pinheiro *et al.*, 2016).

Dentre as diversas espécies de Decapoda que pertencem à família Portunidae e têm distribuição no Oeste do Oceano Atlântico (Williams, 1974), podemos identificar a presença de nove gêneros e 22 espécies ao longo da costa brasileira (Carvalho; Couto, 2011). Dessas espécies, foram documentados sete pertencentes ao gênero *Callinectes* em território brasileiro, de acordo com o estudo conduzido por Melo (1996). As espécies identificadas incluem *C. danae* (Smith, 1869), *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. larvatus* (Ordway, 1863) atual *C. marginatus* (A. Milne Edwards, 1861), *C. bocourti* (A. Milne Edwards, 1879), *C. ornatus* (Ordway, 1863), *C. sapidus* (Rathbun, 1896) e *C. affinis* (Fausto-Filho, 1980).

As características marcantes da família Portunidae incluem o achatamento dorsoventral do quinto par de pereiópodos, comumente conhecido como dátilo. Essa particularidade anatômica confere aos caranguejos uma forma hidrodinâmica altamente adaptada, permitindo movimentos ágeis e eficientes na coluna d'água. Em países de língua inglesa, como os Estados Unidos, esses caranguejos são popularmente chamados de *swimming crabs* (caranguejos-nadadores) devido a essa habilidade natatória (Taisoun *et al.*, 1973; Pinheiro *et al.*, 2016).

As espécies pertencentes à família Portunidae desempenham um papel crucial tanto no contexto ecológico quanto econômico, influenciando significativamente diversos ecossistemas marinhos e estuarinos. Em regiões como as Américas, Europa e Japão, elas são reconhecidas como recursos pesqueiros importantes, sendo frequentemente alvo direto de atividades pesqueiras ou capturadas acidentalmente em redes de pesca voltadas para camarões. Especialmente notáveis são as espécies do gênero *Callinectes* Stimpson, cuja taxonomia foi estabelecida em 1860 e são relevantes para as comunidades pesqueiras e a economia local dessas regiões (Keunecke *et al.*, 2008). Para comunidades artesanais estuarinas, os Portunidae assumem um valor econômico e nutricional significativo. Além de fornecerem fontes de renda,

esses caranguejos representam uma valiosa fonte de proteína alimentar (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001; Keunecke, 2006; Keunecke *et al.*, 2008). O conhecimento tradicional dessas comunidades, combinado com métodos de captura rudimentares, mantém uma relação ancestral com o ambiente marinho e estuarino, assegurando a sustentabilidade dessa importante relação entre o homem e o mar (Pinheiro *et al.*, 2016).

De acordo com o estudo realizado por Taissoun (1973), no período de 1969 a 1972, foi constatado que a distribuição geográfica dos caranguejos pertencentes à Família Portunidae, é amplamente influenciada por diversos fatores físicos, químicos e climáticos presentes nos ambientes marinhos. Dentre esses fatores, a temperatura se destaca como um dos principais determinantes na distribuição desses crustáceos. É relevante ressaltar que várias espécies dessa família são eurialinas, o que significa que possuem um ciclo de vida adaptável a diferentes ambientes. Essas espécies são capazes de sobreviver e prosperar em águas marinhas, salobras (como os estuários) e, em algumas ocasiões, até mesmo em água doce. Taissoun (1973) destacou ainda que as variações na distribuição da Família Portunidae estão intimamente relacionadas às variações nos fatores ambientais mencionados, incluindo mudanças sazonais e condições locais específicas.

Consequentemente, pode-se verificar a ampla presença dos Portunídeos nas áreas costeiras das regiões tropicais e subtropicais, com especial destaque para as espécies do gênero *Callinectes*. Esses crustáceos são frequentemente encontrados em ambientes com leitos de lama e areia, como foi descrito em um estudo realizado por Williams (1984). A presença dessas criaturas nos ecossistemas costeiros desempenha um papel de grande relevância nas intrincadas interações alimentares das comunidades bentônicas, conforme ressaltado por Arnold (1984). Essa influência exerce um impacto importante nos padrões de distribuição, migração, processo de ecdise (muda) e reprodução dos portunídeos, como demonstrado por pesquisas conduzidas por Carmona-Suárez e Conde (2002), Oliveira *et al.* (2006) e Severino-Rodrigues *et al.* (2009).

De acordo com as pesquisas conduzidas por Pinheiro *et al.* (2016), os portunídeos exibem uma incrível capacidade de ocupar uma grande diversidade de ambientes, com variações significativas entre as diferentes espécies. Esses caranguejos podem ser encontrados em locais tão distintos quanto águas estuarinas, foz de rios e até profundidades de 700 metros. Além disso, sua distribuição se estende por uma ampla gama de substratos, incluindo sedimentos cobertos por algas, compostos por areia, cascalho, conchas, coralíneos, lama, raízes de mangue e até mesmo habitats rochosos.

A diversidade de habitats ocupados pelos portunídeos é uma evidência marcante de suas adaptações a ambientes específicos e de sua habilidade em explorar uma ampla variedade de nichos ecológicos. Esses caranguejos desempenham papéis ecológicos de extrema importância nos ecossistemas aquáticos em que vivem, contribuindo para a regulação das comunidades biológicas e das teias alimentares. Compreender as preferências de habitat e as respostas dos portunídeos às mudanças ambientais assume uma relevância vital para a conservação desses ambientes e a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas marinhos e estuarinos (Pinheiro *et al.*, 2016).

2.2. Ecologia do *Callinectes danae*

Callinectes danae Smith, 1869, comumente conhecida como siri corredor sua ampla distribuição geográfica demonstra a adaptabilidade e a capacidade de colonizar diferentes ambientes dentro do seu habitat natural. A presença do *C. danae* ao longo dessa extensa área geográfica é de significativa relevância para a compreensão da diversidade e dinâmica das espécies no Oceano Atlântico Ocidental.

Essa espécie possui uma alta capacidade de ocupar diferentes ambientes, tanto em profundidade quanto área. Sua distribuição abrange desde águas salobras até hipersalinas, sendo avistada em diversas regiões, como manguezais, estuários, praias arenosas e áreas de mar aberto. A alta adaptabilidade é identificada por ser encontrado desde a zona entremarés até profundidades de 75 metros (Coelho; Ramos-Porto, 1992; Melo, 1996; Viana *et al.*, 2003; Furia *et al.*, 2008; Instituto de Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2016). A habilidade de adaptação ecológica do *C. danae* a torna uma espécie extremamente versátil, permitindo sua sobrevivência e exploração em diversos ambientes aquáticos. Essa versatilidade desperta grande interesse para pesquisas no campo da ecologia e conservação, uma vez que evidencia a relevância ecológica desse crustáceo nas comunidades marinhas e estuarinas onde está presente (Furia *et al.*, 2008). Compreender os padrões de distribuição e a interação do *C. danae* com seu ambiente é fundamental para a conservação e manejo adequado desses importantes ecossistemas aquáticos.

No Brasil, diversas pesquisas têm sido conduzidas visando investigar a abundância, distribuição, aspectos reprodutivos e alimentação do gênero *Callinectes*. Especificamente, o hábito alimentar de *C. danae* tem sido objeto de estudo em várias localidades do país. Branco (1996a), Branco (1996b) e Branco e Verani (1997) conduziram estudos na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, enquanto Ferreira *et al.* (2011) investigaram o estuário da Lagoa

dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, e Sandes *et al.* (2020) realizaram estudos no complexo estuarino do Canal de Santa Cruz, litoral norte de Pernambuco.

Tais estudos têm revelado consistentemente que *C. danae* apresenta um hábito alimentar predominantemente carnívoro, com notável ênfase na predação de crustáceos menores e moluscos. A presença desses itens alimentares nos estômagos dos caranguejos indica uma alta taxa de predação desses organismos (Oliveira *et al.*, 2006), corroborando os achados dessas investigações mencionadas anteriormente. Ademais, os estudos apontam para a influência da sazonalidade alimentar em *C. danae*, possivelmente associada à disponibilidade sazonal de alimento. Tal variação na dieta pode ser uma estratégia adaptativa para a espécie, permitindo-a ajustar sua preferência alimentar de acordo com a oferta de presas em diferentes períodos do ano (Branco, 1996a; Ferreira *et al.*, 2011).

Os crustáceos Decapoda têm um papel significativo como predadores em ambientes estuarinos. Seu comportamento alimentar pode ter impactos tanto diretos quanto indiretos na abundância e distribuição das presas presentes em substratos inconsolidados, conforme observado por Wear e Haddon (1987). Conforme apontado por Pinheiro *et al.* (2016) a presença de espinhos laterais e o achatamento dorsoventral do corpo, especialmente no quinto par de pereiópodos, que se assemelha a um remo, conferem aos portunídeos uma eficiência hidrodinâmica admirável. Essa característica permite que esses crustáceos se movam com rapidez, tornando-os ágeis tanto na fuga de predadores quanto na captura de presas mais rápidas, como peixes.

Dessa forma, *C. danae* desempenha um importante papel como espécie predadora no ecossistema lagunar, sendo crucial para a transferência de energia nesse ambiente. Sua dieta generalista possibilita o uso bem-sucedido de animais de níveis tróficos inferiores. As diferenças sazonais na dieta dessa espécie estão relacionadas à disponibilidade de presas ao longo do ano, enquanto as variações ontogênicas refletem adaptações da população para explorar uma ampla variedade de recursos alimentares durante seu ciclo de vida (Branco, 1996).

Wear e Haddon (1987), apontam que variações nos padrões ambientais, como temperatura da água, salinidade e pluviosidade, podem exercer influência sobre o consumo de alimento por parte do *C. danae*. Essas variações ambientais podem afetar a disponibilidade e a distribuição das presas, impactando, assim, a dieta e o comportamento alimentar dessa espécie predadora no ecossistema.

2.3. A importância comercial da espécie

A pesca direcionada aos siris na região Nordeste do Brasil é amplamente conduzida de maneira artesanal, empregando embarcações não-motorizadas e diversos equipamentos de pesca, como puçá, rede-de-arrasto, rede-de-espera, jereré e gancho (Barreto; Batista-Leite; Aguiar, 2006; Furia *et al.*, 2008). Os siris pertencentes ao gênero *Callinectes* são altamente valorizados no mercado regional do Nordeste. Devido a essa ampla aceitação, a espécie é intensamente explorada na pesca artesanal em diversos locais, desempenhando um papel crucial como produto econômico na região. Sua pesca representa uma importante fonte de renda e sustento para as comunidades locais, contribuindo significativamente para a economia regional (Barreto; Batista-Leite; Aguiar, 2006). De fato, economicamente, os siris são recursos de grande relevância em todo o mundo. No contexto brasileiro, a pesca do gênero *Callinectes* é considerada uma das atividades de extrativismo mais antigas, desempenhando um papel fundamental na sustentabilidade de muitas comunidades tradicionais (Barreto; Batista-LEITE; Aguiar, 2006; Keunecke, 2006). Ainda hoje, essas práticas pesqueiras constituem uma importante fonte de subsistência para essas comunidades, as quais encontram na captura de siris uma atividade que possibilita a geração de renda e o suprimento de suas necessidades básicas. A exploração sustentável desses recursos é essencial para garantir não apenas o bem-estar das comunidades locais, mas também a preservação e conservação das populações de siris e seus ecossistemas associados.

Com efeito, o *C. danae* é frequentemente classificado como "bycatch" ou fauna acompanhante em muitas pescarias, especialmente na pesca do camarão (Baptista-Metri *et al.*, 2005; Furia *et al.*, 2008; ICMBio, 2016). Essa espécie de siri é capturada incidentalmente quando os pescadores têm como alvo principal a pesca de camarões. Embora não seja o foco da pescaria, sua presença como "bycatch" pode ocorrer em quantidades significativas, o que ressalta a importância de considerar a sustentabilidade e as medidas de manejo adequadas para garantir a conservação de todas as espécies envolvidas nas atividades pesqueiras. A gestão adequada é essencial para minimizar os impactos negativos nas populações de *C. danae* e garantir a continuidade de suas comunidades naturais no ecossistema marinho.

A comercialização dos siris, especialmente do *C. danae*, tem sido realizada principalmente pela população de baixa renda e por muitos pescadores que dependem dessa pesca como meio de subsistência e base para a alimentação de suas famílias. Os siris são oferecidos ao consumidor em dúzias ou, ocasionalmente, em forma de filés. Para facilitar o manuseio e transporte, as dúzias de siris são organizadas em "fieiras" e amarradas usando um processo de imobilização. Esse processo envolve a introdução do dátilo do primeiro

pereiópodo na articulação entre o própodo e o dáctilo do quelípodo (Furia *et al.* 2008). Essa forma de preparo e embalagem contribui para a viabilidade da comercialização dos siris e atende às necessidades e preferências dos consumidores, permitindo que a pesca seja uma atividade econômica importante para as comunidades envolvidas.

A exploração das espécies *C. danae* e *C. sapidus* Rathbun, 1896 em águas territoriais brasileiras é regulamentada pela Portaria nº N-024, datada de 26 de julho de 1983, emitida pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). De acordo com essa portaria, é proibida em qualquer época do ano a captura, a industrialização e a comercialização de fêmeas ovígeras (portadoras de ovos) e de indivíduos de ambos os sexos com largura da carapaça inferior a 12 cm (Barreto; Batista-Leite; Aguiar, 2006). Essa regulamentação visa a proteção e conservação dessas espécies, especialmente durante períodos críticos para seu ciclo reprodutivo e crescimento, garantindo a sustentabilidade da atividade pesqueira e a preservação dessas populações no ambiente marinho.

O Brasil possui um considerável potencial pesqueiro para as espécies do gênero *Callinectes*, e a captura desses siris ainda é amplamente praticada de forma artesanal por pequenas comunidades pesqueiras distribuídas ao longo de todo o litoral. No entanto, a dispersão do esforço de pesca e a ausência de uma rede de coleta de dados de produção pesqueira bem estruturada dificultam a consolidação de estatísticas confiáveis que permitam estimar o volume real de desembarque desses crustáceos no país (Severino-Rodrigues; Pita; Graça-Lopes, 2001). Essa falta de dados consolidados representa um desafio para o monitoramento e a gestão adequada das populações de siris no Brasil. A coleta de informações detalhadas sobre as capturas e o manejo sustentável dessas espécies são fundamentais para garantir a conservação dos recursos pesqueiros e a promoção de práticas pesqueiras responsáveis e ambientalmente sustentáveis. A implementação de uma rede eficiente de monitoramento e a colaboração entre as comunidades pesqueiras e as autoridades são medidas essenciais para um melhor entendimento da atividade pesqueira relacionada aos siris e para a tomada de decisões embasadas em dados concretos.

2.4. Ameaças do derrame do Petróleo e seus derivados ao ecossistema marinho

O petróleo é, de fato, um combustível fóssil de grande importância para a indústria global. Suas aplicações são diversas e abrangem diversos setores, incluindo a produção de plásticos, cosméticos, calçados, combustíveis e muitos outros produtos derivados. O Brasil se destaca como um país com uma economia diversificada e, indubitavelmente, o petróleo

desempenha um papel significativo nesse cenário (Martins *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2021). Para a formação do petróleo, requer a acumulação de material orgânico em condições específicas ao longo de milhões de anos. Esse processo ocorre em bacias sedimentares, onde camadas de material orgânico, como restos de plantas e animais, são depositadas e, ao longo do tempo, são submetidas a altas pressões e temperaturas. Sob essas condições, ocorre a transformação do material orgânico em hidrocarbonetos, que são compostos de hidrogênio e carbono. Os hidrocarbonetos constituem a maior parte da composição do petróleo, chegando a representar até 98% do total (Cruz; Marsaioli, 2012; Alencar *et al.*, 2016; Silva *et al.* 2021).

Esses hidrocarbonetos são a base dos combustíveis fósseis, sendo eles que fornecem a energia quando o petróleo é queimado. Além disso, os hidrocarbonetos também são utilizados como matéria-prima para a produção de diversos produtos, como plásticos, borrachas, solventes, fertilizantes, entre outros, sendo essenciais para a indústria moderna. No entanto, é importante ressaltar que a exploração e uso do petróleo têm impactos significativos no meio ambiente, como a poluição do ar e do solo.

Durante o segundo semestre de 2019, o litoral leste e nordeste brasileiro sofreu um impacto significativo devido a um vazamento de óleo (Lessa *et al.*, 2021). Quatro meses após o relato inicial, as manchas de óleo se espalhavam por mais de 3000 quilômetros ao longo da costa brasileira, afetando mais de 980 praias (Soares *et al.*, 2020). Através da análise forense das amostras de óleo que atingiram as praias, foi possível identificar uma assinatura química correspondente ao óleo venezuelano. Mesmo diante da ausência de evidências conclusivas, essa ocorrência foi interpretada como resultado de um vazamento proveniente de uma embarcação que navegava em águas internacionais no Atlântico Sul (Soares *et al.*, 2020; Lessa *et al.*, 2021).

Esse tipo de material liberado no meio ambiente, sem nenhum tratamento acarreta um impacto severo as comunidades bentônicas. A contaminação por derramamento de óleo é uma preocupação global reconhecida por causar sérios desequilíbrios químicos e biológicos nas zonas costeiras. Os ecossistemas costeiros são caracterizados por sua alta diversidade biológica e complexidade trófica, onde as interações entre as espécies envolvem transferência de energia, nutrientes, migração e ciclos reprodutivos que podem ocorrer em diferentes ambientes ao longo da vida das espécies. Qualquer alteração na dinâmica desses ambientes pode resultar em perdas significativas na diversidade local, afetando negativamente a fauna e a flora marinha. A contaminação por óleo pode causar efeitos devastadores na vida marinha, afetando organismos desde os níveis mais baixos da cadeia alimentar até os predadores topos (Rios, 2017).

As regiões da costa mais sensíveis são exatamente os manguezais, são ecossistemas marinhos extremamente sensíveis à contaminação por óleo (Ministério do Meio Ambiente, 2010). Essas áreas costeiras de transição entre os ambientes terrestre e marinho são caracterizadas por sua alta biodiversidade e importante função ecológica. A estrutura do manguezal, com suas raízes aéreas e sistema radicular, torna-se um ambiente propício para o acúmulo e retenção de poluentes, incluindo poluentes orgânicos e metais, nos sedimentos (Alencar *et al.*, 2016). Quando ocorre um derramamento de óleo, os componentes tóxicos podem ser adsorvidos nos sedimentos dos manguezais, levando a graves impactos ambientais.

Os manguezais são ecossistemas de baixa energia, o que significa que a circulação da água é limitada e o movimento das correntes é fraco. Essa característica dificulta a remoção natural de contaminantes, como o óleo, que são introduzidos no ambiente (Alencar *et al.* 2016). Esses ecossistemas frequentemente possuem um substrato mole, composto por sedimentos lamacentos ou arenosos, que pode dificultar a remoção do contaminante, como o óleo. O substrato mole dos manguezais atua como uma espécie de "armadilha" para o óleo derramado, pois o contaminante tende a aderir e se misturar ao sedimento. Isso dificulta a sua remoção física, pois a limpeza do óleo das superfícies lamacentas pode ser extremamente difícil, até mesmo impossível (Ministério do Meio Ambiente, 2010). As espécies de fauna residentes no ecossistema manguezal, bem como aquelas que o utilizam como habitat, podem enfrentar uma série de consequências prejudiciais devido à contaminação por derramamentos de óleo. Esses impactos podem resultar em danos fisiológicos, comportamentais e reprodutivos, levando a sérias consequências para a sobrevivência e a saúde desses organismos (Alencar *et al.*, 2016).

A contaminação por óleo pode resultar em sufocamento das espécies, uma vez que o óleo pode cobrir as superfícies aquáticas, limitando o acesso ao oxigênio e afetando negativamente a respiração dos animais que dependem desse recurso essencial. Além disso, as frações tóxicas solúveis presentes no óleo podem ser absorvidos pelos organismos, resultando em envenenamento e danos ao sistema fisiológico. A toxicidade do óleo pode afetar diretamente os tecidos e órgãos dos animais, prejudicando sua capacidade de se alimentar, se reproduzir e se movimentar.

Quando ocorrem derramamentos de óleo em ecossistemas aquáticos, o óleo sofre uma série de alterações em sua composição, devido a processos naturais físicos, químicos e biológicos. Esses processos são cruciais para determinar a velocidade de degradação do óleo e sua persistência no ambiente. Os processos físicos incluem fenômenos como a evaporação, em que parte do óleo pode se transformar em vapor e ser liberado na atmosfera, e a emulsificação,

onde o óleo pode formar misturas com a água, resultando em uma substância mais espessa e difícil de ser dispersa. Já os processos químicos envolvem reações químicas do óleo com os componentes da água, como oxigênio, luz solar e outros elementos presentes no ambiente. Essas reações podem alterar a composição química do óleo e, consequentemente, sua toxicidade e capacidade de persistência no meio (Silva *et al.*, 2021).

A bioacumulação dos componentes do petróleo como os hidrocarbonetos em organismos marinhos, é visto como um fenômeno bem conhecido e previsível (Silva *et al.*, 2021). A bioacumulação ocorre quando os compostos do petróleo presentes na água são absorvidos e armazenados nos tecidos dos organismos marinhos ao longo do tempo. Isso pode resultar em níveis crescentes de contaminantes em cada nível trófico, à medida que predadores se alimentam de presas contaminadas. Como resultado, peixes e outros organismos marinhos que fazem parte da dieta humana podem conter concentrações mais elevadas de compostos tóxicos do petróleo. Um estudo conduzido por Marengoni *et al.* (2013) com o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) indicou altos níveis de cádmio (Cd), cromo (Cr) e chumbo (Pb), metais altamente tóxicos. Por serem animais filtradores a chance de poluentes solúveis penetrar em seus organismos é alta, o que pode ser um fator a ser considerado na análise, todavia, o fato de o composto poluente estar disposto no meio, impacta qualquer organismo que utilize esse ambiente. Outro estudo, realizado com a espécie *Crassostrea rhizophorae* conhecida como Ostra-do-mangue demonstrou que essa possui alta capacidade de bioacumulação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), compostos presentes no petróleo (Martins, 2019).

De acordo com pesquisas conduzidas por cientistas australianos, foi observado que várias espécies de peixes de grande importância econômica, que habitavam áreas de manguezal no sul da Austrália, foram impactadas negativamente por um derramamento de petróleo ocorrido em 1992. Os peixes afetados apresentaram uma taxa de crescimento significativamente reduzida em comparação com os peixes que viviam em áreas não contaminadas pelo derramamento (Fonseca, 1992). Essa descoberta indica que o derramamento de petróleo teve um impacto direto sobre o crescimento e desenvolvimento das espécies de peixes estudadas. A contaminação por petróleo pode afetar a saúde e a fisiologia dos peixes, prejudicando seu crescimento e, potencialmente, reduzindo a abundância populacional. Além disso, o manguezal é um ambiente ecologicamente importante e abriga muitas espécies de peixes, que têm um papel fundamental na cadeia alimentar e na economia local.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Formatado segundo as normas do *Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP*, e-ISSN 2525-815X detentora do Qualis A4 - Ciências Ambientais.

Alimentação do siri *Callinectes danae* Smith, 1869, em diferentes ambientes, Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil

Feeding of the crab *Callinectes danae* Smith, 1869, in different environments, Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil

Luciano Luiz Santos Silva^a, Girlene Fábila Segundo Viana^a

^a Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Unidade Acadêmica de Serra Talhada-UAST, Av. Gregório Ferraz Nogueira, S/N, José Tomé de Souza Ramos, Serra Talhada, Brasil. CEP: 56909-535. E-mail: tec.luciano95@gmail.com, girlene.viana@ufrpe.br.

RESUMO

Este estudo visa identificar e classificar os componentes alimentares de *Callinectes danae* pós-derramamento de óleo, a fim de detectar possíveis alterações no comportamento alimentar da espécie e na ingestão de materiais contaminantes, como petróleo e microplástico. As coletas foram realizadas no período chuvoso (julho e agosto de 2020, maio de 2021) e seco (setembro, novembro e dezembro de 2020). Os espécimes foram oriundos da pesca diurna de peixes, ao qual utilizou-se uma rede de arrasto de 5 mm na captura. No laboratório, os estômagos foram extraídos, pesados e o grau de repleção avaliado. A contribuição de cada item alimentar foi analisada por meio do Método dos Pontos, da Frequência de Ocorrência, e do Índice Alimentar, além da Estratégia alimentar. Foram identificados 10 itens alimentares em ambos os períodos. No período chuvoso os itens mais representativos foram Crustacea (0,5272), Mollusca (0,3863) e Macroalgas (0,0334) para Zona de arrebentação, e Crustacea (0,5948), Mollusca (0,3691) e MOV (0,0198) para a Foz. Enquanto, no período seco foram Crustacea (0,8743), Alga calcária (0,0468) e Osteichthyes (0,0363) para a Zona de arrebentação e Crustacea (0,6107), Mollusca (0,2973) e Osteichthyes (0,0321) para a Região estuarina. Foram encontrados vestígios de derivados de petróleo na parte interna, comprovados por meio análises feitas com espectrofotômetro de infravermelho. Esses resultados indicam que *C. danae* possui uma dieta de caráter generalista, com notável preferência por crustáceos e moluscos. O que corrobora com a literatura, não tendo sido observado mudança na alimentação mesmo em um contexto pós derramamento de óleo.

Palavras-chave: Conteúdo estomacal, Ecologia alimentar, Portunidae.

ABSTRACT

This study aims to identify and classify the food components of *Callinectes danae* after oil spills, in order to detect possible changes in the feeding behavior of the species and in the ingestion of contaminating materials, such as oil and microplastics. Collections were carried out in the rainy period (July and August 2020, May 2021) and dry period (September, November and December 2020). The specimens came from the daytime fishing of fish, to which a 5 mm trawl was used in the capture. In the laboratory, the stomachs were extracted, weighed and the degree of fullness assessed. The contribution of each food item was analyzed using the Point Method, the Frequency of Occurrence, and the Food Index, as well as the Food Strategy. Ten food items were identified in both periods. In the rainy season the most representative items were Crustacea (0.5272), Mollusca (0.3863) and Macro-algae (0.0334) for the upwelling zone, and Crustacea (0.5948), Mollusca (0.3691) and MOV (0.0198) for the mouth. While, in the dry period were Crustacea (0.8743), Calcareous algae (0.0468) and Osteichthyes (0.0363) for the upwelling zone and Crustacea (0.6107), Mollusca (0.2973) and Osteichthyes (0.0321) for the estuarine region. Traces of petroleum derivatives were found in the internal part, proven by means of analysis made with infrared spectrophotometer. These results indicate that *C. danae* has a generalist diet, with a notable preference for crustaceans and mollusks. This corroborates the literature, and no change in diet was observed even in a post-oil spill context.

Key words: Stomach contents, feeding ecology, Portunidae.

Introdução

A espécie *Callinectes danae* Smith, 1869, conhecido vulgarmente como siri corredor, pertence à família Portunidae, são amplamente distribuídos podendo ser encontrados em toda a costa do Oceano Atlântico Ocidental, desde a Flórida (EUA) até o Chile (Taissoun, 1973; Melo et al., 1989; Branco, 1996; Melo, 1999).

No Brasil a espécie se destaca pelo seu valor comercial, desempenhando um papel fundamental como fonte de renda em muitas comunidades de pescadores artesanais contribuindo de maneira significativa para a economia do setor pesqueiro e dos seus envolvidos, na captura e comercialização desse crustáceo (Severino-Rodrigues et al., 2001; Keunecke,

2006; Keunecke et al., 2008), ao qual é regulamentada pela Portaria SUDEPE nº N-24, datada de 26 de julho de 1983 (IBAMA, 1983).

As estratégias específicas de manejo e conservação dessa espécie são baseadas em uma maior compreensão da ecologia, biologia e comportamento da população em seus habitats naturais. Dessa forma, configura-se como um objeto de pesquisa científica de alta relevância, que busca aprofundar o conhecimento acerca da ecologia, biologia e comportamento dessa espécie, bem como desenvolver estratégias para a gestão e conservação de sua população em seus habitats naturais (Branco & Masunari, 2000; Baptista-Metri et al., 2005; Nascimento, 2021). A composição da dieta de *C. danae* pode apresentar variações em função da disponibilidade de recursos alimentares, oscilações sazonais, dimorfismo sexual e estágios de desenvolvimento ontogenético, revelando, assim, a capacidade adaptativa dessa espécie às condições locais (Branco, 1996; Herrera, 2017; Guarizo et al., 2020).

A fim de identificar a composição da dieta natural de uma determinada espécie, são conduzidos estudos científicos aprofundados que envolvem a aplicação de diferentes métodos e técnicas de análise. Dentre os procedimentos comumente utilizados destacam-se o índice alimentar (IAi) (Branco & Verani, 1997), o qual fornece estimativas quantitativas relevantes relacionadas à quantidade de alimento presente nos tratos digestório examinados.

Embora a alimentação de *C. danae* tenha sido objeto de múltiplos estudos (Branco & Verani, 1997; Moura, 2006; Sandes et al., 2020, entre outros) em diferentes regiões onde se encontra, constata-se, sobretudo no contexto brasileiro, uma lacuna de informações acerca da influência de fatores ambientais, na sazonalidade dos componentes alimentares (presas) em sua dieta natural.

Considerando a inexistência de estudos que apresentem tais resultados na atualidade, o propósito deste consiste em identificar e classificar os componentes alimentares de *C. danae* durante o período subsequente ao derramamento de óleo, além de comparar sua dieta com pesquisas prévias, com ênfase na detecção de possíveis alterações no comportamento alimentar ou na ingestão de material contaminante como petróleo ou microplástico, em virtude de suas presenças no ambiente natural.

Material e Métodos

Área de estudo

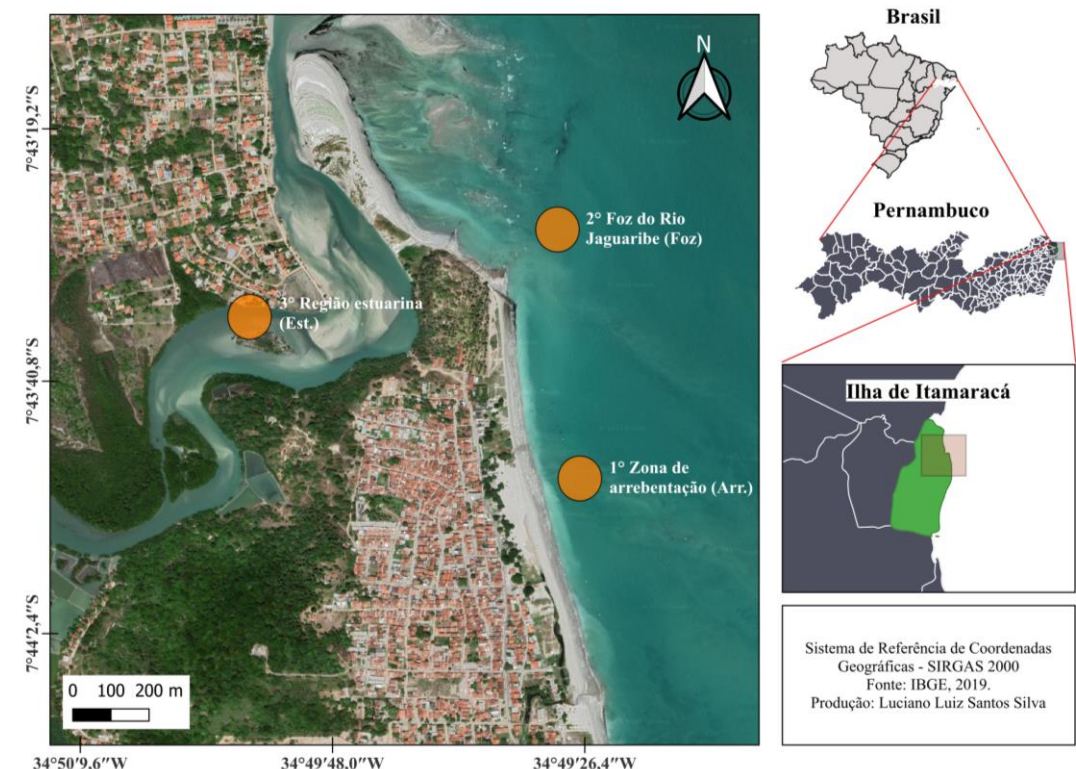
O presente estudo teve como área de pesquisa o estuário do rio Jaguaribe e a praia homônima, situados na Ilha de Itamaracá, litoral Norte do estado de Pernambuco. Com o intuito

de assegurar uma amostragem abrangente, foram selecionados três pontos distintos para as coletas. O primeiro ponto localiza-se na Praia de Jaguaribe, ao sul da desembocadura do Rio Jaguaribe, representando a Zona de arrebenção (Arr). O segundo ponto encontra-se nas proximidades da Foz do Rio Jaguaribe (Foz). O terceiro ponto de coleta situa-se na região mais interna do rio, correspondente a Região estuarina (Est.) (Figura 1). A coleta sistemática e mensal de dados ocorreu entre julho e dezembro de 2020, e no mês de maio de 2021.

Com base nos dados do Boletim Climático, divulgados em abril pela Associação Pernambucana de Águas e Climas - APAC (2023), foi delimitado o período sazonal do ano, estabelecido com ênfase nas distintas estações climáticas: a estação chuvosa, abrangendo as coletas nos meses de maio, julho e agosto, e a estação seca de setembro a dezembro, totalizando 8 coletas.

Os espécimes são oriundos da fauna acompanhante, da captura diurna de peixes ao qual foram realizadas utilizando uma rede de arrasto com dimensões específicas: comprimento de 20 metros, altura de 1,5 metros e malha com abertura de 5 milímetros.

Figura 1. Área do estudo e locais de amostragem. Ponto 1- Praia de Jaguaribe, Zona de arrebenção, ao Sul da foz do rio; Ponto 2- Foz do Rio Jaguaribe e Ponto 3 – Região estuarina. Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Silva et al., (2023).

Em cada um dos pontos selecionados, foram realizados dois arrastos, com duração de três minutos cada, sempre durante o período de maré baixa. Os siris capturados foram submetidos a crioanestesia e, posteriormente, acondicionados em sacos plásticos de 30 litros. Esses espécimes foram encaminhados ao Laboratório de Bentos (LABENTOS) da UFRPE/UAST, onde foram armazenados no freezer para a realização das análises subsequentes.

Metodologia de análise laboratorial

No laboratório, realizou-se a triagem do material capturado, com a prioridade de separar os exemplares de *C. danae* das demais espécies de portunídeos. A identificação dos siris foi conduzida utilizando as chaves de identificação e descrições de Melo (1996). Ainda durante o processo de triagem, foi observado se havia quaisquer indícios visíveis de contaminação por petróleo em sua superfície externa.

Após a detecção confirmada de um provável contaminante, o material foi coletado e submetido à análise pelo Grupo de Análises Químicas (GAQ/UAST) e pelo Núcleo de Química Analítica Avançada de Pernambuco (NUQAAPE). Para tal análise, utilizou-se o espectrofotômetro de infravermelho modelo Frontier da Perkin Elmer, empregando o acessório UATR, que possibilita análise das bandas espectrais por meio do espectro infravermelho de uma substância ou material para identificar os compostos.

Para a análise do conteúdo estomacal, utilizou-se tesoura e pinça para remover a carapaça e realizar um corte dorsal em forma de "U" na região gástrica, visando a extração do trato digestório. Previamente à essa remoção, uma análise visual foi conduzida para verificar a possível presença de manchas de óleo nas estruturas internas dos siris. Tal procedimento justifica-se pelo fato de que os espécimes utilizados neste estudo foram coletados após o ocorrido do derramamento de petróleo no litoral nordestino entre agosto de 2019 e março de 2020.

Os estômagos foram removidos, submetidos a um processo de limpeza e secagem antes de serem pesados. O grau de repleção estomacal foi classificado em seis categorias distintas, seguindo a metodologia estabelecida por Mantelatto e Christofolletti (2001), em que os valores são expressos em percentagem e determinados pela avaliação da transparência da parede estomacal. Adotou-se a seguinte classificação: classe 6 (100% a 91%, totalmente cheio), classe 5 (90% a 66%, parcialmente cheio), classe 4 (65% a 36%, ligeiramente cheio), classe 3 (35% a 6%, ligeiramente vazio), classe 2 ($\leq 5\%$, parcialmente vazio) e classe 1 (0%, totalmente vazio).

Em seguida, utilizando uma pinça e jatos de água destilada sobre uma placa de Petri, o conteúdo estomacal foi removido, permitindo a identificação dos itens alimentares presentes com o auxílio de um estereomicroscópio e referências bibliográficas pertinentes. A frequência de ocorrência (FO) foi calculada para identificar o recurso alimentar mais prevalente entre os siris analisados.

No caso dos exemplares cujos itens alimentares não puderam ser identificados devido ao elevado grau de digestão, foram classificados como Matéria Orgânica Animal (MOA), Matéria Orgânica Vegetal (MOV), ou ainda, Matéria Orgânica Não Identificada (MONI).

As variações sazonais foram analisadas por meio da coleta de dados em períodos distintos, na estação chuvosa e na estação seca na área de estudo. Para as demais análises, os resultados obtidos foram analisados em conjunto, a fim de identificar os elementos mais representativos dentro das categorias encontradas.

Interpretação dos resultados experimentais

Com o objetivo de minimizar as possíveis discrepâncias nos resultados obtidos, optou-se por utilizar os métodos propostos em Mantelatto e Christofolletti (2001) modificados. Para avaliar o grau de repleção estomacal (RE).

Em relação ao método dos pontos (MP), adotou-se o método modificado proposto por Mantelatto e Christofolletti (2001), o qual atribui pontuações aos itens alimentares de acordo com o seu grau de ocupação no estômago, considerando que todo o conteúdo retirado corresponde a 100% da repleção, independentemente da quantidade de alimento presente isso porque os pontos atribuídos a cada item foram determinados com base no grau de repleção do estômago em que se encontrava. Essa atribuição envolve multiplicar o número de pontos por um valor correspondente às classes de repleção: classe 6 - 1,00; classe 5 - 0,90; classe 4 - 0,65; classe 3 - 0,35; e classe 2 - 0,05. Portanto, o máximo de pontos que um único item em um estômago completamente cheio pode obter é 100 (100 pontos multiplicados por 1,00). Os estômagos classificados como classe 0 foram excluídos da análise, uma vez que não continham nenhum item alimentar em seu interior (Ferreira et al., 2011).

A percentagem correspondente a cada item foi calculada mediante a aplicação da fórmula, baseada no estudo de Williams (1981): $\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) * 100$, onde "n" é o número total de estômagos analisados, e "a_{ij}" representa o número de pontos obtidos pelo item "i" no estômago "j" de cada espécime, e "A" denota o total de pontos referentes a todos os itens

presentes nos estômagos de todos os espécimes da amostra. Essa abordagem visa estimar a contribuição percentual de cada item em relação ao conjunto total de pontos na amostra.

A frequência de ocorrência foi determinada através da aplicação da fórmula: $FO\% = \left(\frac{bi}{N}\right) * 100$, onde a variável "bi" representa o número de espécimes em que o item alimentar "i" foi identificado, enquanto "N" denota o número total de espécimes da amostra que apresentam conteúdo nos seus estômagos. Essa avaliação estatística é fundamental para determinar a proporção percentual de espécimes em que cada item alimentar ocorre em relação ao tamanho total da amostra.

O índice alimentar, proposto por Kawakami e Vazzoler (1980), desempenha um papel fundamental na avaliação da importância relativa de cada componente alimentar, independentemente de sua frequência de ocorrência e volume. Esse índice foi obtido ao combinar dois métodos calculados de acordo com a seguinte fórmula: $IAi = \frac{FO(\%)i * V(\%)i}{\sum_{i=1}^n (FO(\%)i * V(\%)i)}$, onde "IAi" representa o índice alimentar "i" (onde i varia de 1,2,... n = determinado item alimentar), "FOi" é a frequência de ocorrência (%) para o item alimentar em questão e "Vi" é o volume (%) do determinado item. Esse método permite uma análise precisa da proporção dos componentes alimentares em estudo.

Para a análise voltada à estratégia alimentar, adotou-se a metodologia de Amundsen et al. (1996), ao qual é uma adaptação do trabalho de Costello (1990). Este procedimento implica em estabelecer uma correlação entre a frequência de incidência das presas e sua proporção quantitativa no interior das dietas dos predadores em questão. Utilizando a seguinte fórmula $Pi = \left(\frac{\sum Si}{\sum Sti}\right) * 100$, onde "Si" denota a magnitude do conteúdo estomacal atribuível à presa "i", enquanto "St" representa o total do conteúdo estomacal dos predadores nos quais a presa "i" foi identificada.

Resultados

Foram analisados 87 estômagos de *C. danae*, dos quais 68 (78,2%) eram de fêmeas e 19 (21,8%) de machos. A largura da carapaça dos siris variou de 1,6 a 9,3 cm (média = 5,8 cm) para as fêmeas e de 3,3 a 8,6 cm (média = 5,2 cm) para os machos, enquanto o comprimento foi de 1,4 a 5,5 cm (média = 3,3 cm) para as fêmeas e 1,9 a 4,8 cm (média = 2,9 cm) para os machos.

Em relação a distribuição por pontos de captura, tem-se que 61% (n = 42 fêmeas; 11 machos) exemplares foram capturados no primeiro ponto localizado na Praia de Jaguaribe, representando a Zona de arrebentação. 13,7% (n = 9 fêmeas; 3 machos) no segundo ponto nas proximidades da Foz do Rio Jaguaribe e 25,3% (n = 17 fêmeas; 5 machos) no terceiro ponto de coleta na região mais interna do rio, correspondente a Região estuarina.

Do total de estômagos analisados, verificou-se que 26,4% dos estômagos estavam completamente vazios. Em contrapartida 6,9% estavam totalmente cheios (Tabela 1). Os outros 66,7% ficaram distribuídos nos demais níveis de repleção.

Tabela 1. Classificação e percentual do número total de estômagos de *C. danae* capturados na Praia de Jaguaribe e foz do Rio Jaguaribe, quanto a sua repleção estomacal. Arr (Zona de arrebentação); Foz (Foz do Rio Jaguaribe); e Est (Região estuarina).

Classe repleção	Classificação	Período chuvoso		Período seco		Total
		Arr.	Foz	Arr.	Est.	
1	Totalmente vazio	31,6%	25%	26,5%	22,7%	23
2	Parcialmente vazio	15,7%	8,3%	17,6%	22,7%	15
3	Ligeiramente vazio	21,1%	41,7%	29,4%	36,4%	27
4	Ligeiramente cheio	15,8%	8,3%	11,8%	9,1%	10
5	Parcialmente cheio	10,5%	8,3%	5,9%	4,5%	6
6	Totalmente cheio	5,3%	8,3%	8,8%	4,5%	6
TOTAL		19	12	34	22	87

Fonte: Silva et al., (2023).

Os itens de maior contribuição na preferência alimentar do *C. danae*, para a Zona de arrebentação e Foz do Rio Jaguaribe no período chuvoso são Crustacea (0,5948 e 0,5272) e Mollusca (0,3863 e 0,3691) respectivamente. Enquanto, para Zona de arrebentação e Região estuarina no período seco tem-se Crustacea (Arr. 0,8743 e Est. 0,6107), seguido por Alga calcária (0,0468) para a Zona de arrebentação, e Mollusca (0,2973) para a Região estuarina. Esses resultados corroboram com as informações obtidas a partir da frequência de ocorrência e dos volumes dos estômagos analisados (Tabela 2).

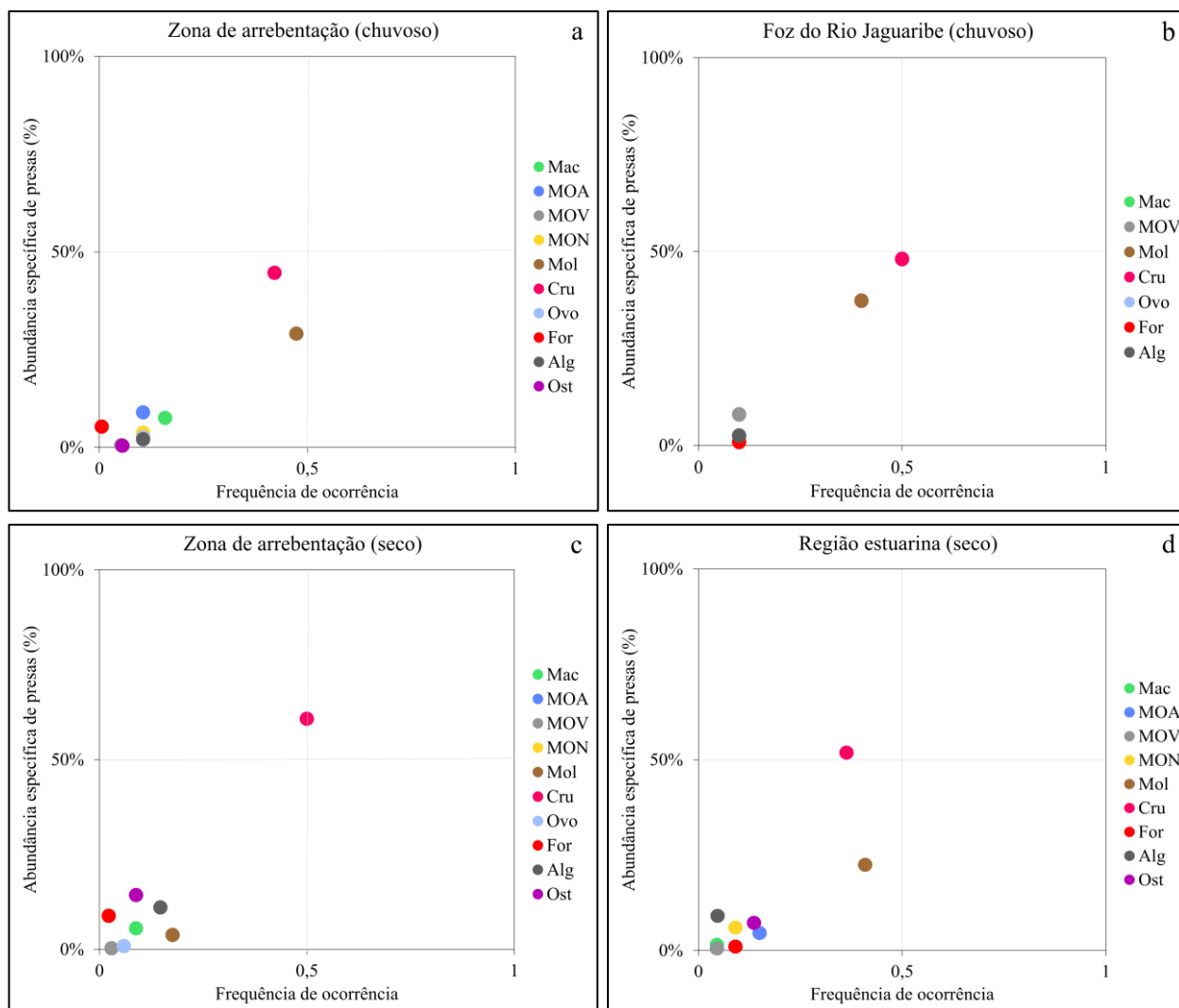
Tabela 2. Comparação dos resultados obtidos da frequência de ocorrência (FO), volume (V) e índice alimentar (IAi) dos itens encontrados nos estômagos do *C. danae* para o período chuvoso e seco. Arr (Zona de arrebentação); Foz (Foz do Rio Jaguaribe); e Est (Região estuarina).

Itens alimentares	Período chuvoso						Período seco					
	Arr.			Foz			Arr			Est.		
	FO%	V(%)	IAi	FO%	V(%)	IAi	FO%	V(%)	IAi	FO%	V(%)	IAi
Macroalgas	15,8	7,5	0,0334	10	2,3	0,0056	8,8	5,5	0,0141	4,5	1,5	0,0022
MOA	10,5	8,9	0,0264	-	-	-	2,9	0,3	0,0002	15,0	4,6	0,0222
MOV	5,3	0,6	0,0008	10	8,0	0,0198	2,9	0,3	0,0002	4,5	0,5	0,0008
MONI	10,5	3,7	0,0109	-	-	-	5,9	0,8	0,0014	9,1	6,0	0,0177
Mollusca	47,4	29,1	0,3863	40	37,3	0,3691	17,6	3,8	0,0194	40,9	22,4	0,2973
Crustacea	42,1	44,6	0,5272	50	48,1	0,5948	50,0	60,8	0,8743	36,4	51,9	0,6107
Ovos	10,5	2,5	0,0075	10	0,9	0,0022	5,9	0,8	0,0014	-	-	-
Foraminifera	5,3	0,6	0,0008	10	0,9	0,0022	8,8	2,3	0,0058	9,1	1,1	0,0031
Alga calcária	10,5	2,0	0,0060	10	2,5	0,0063	14,7	11,1	0,0468	9,1	4,7	0,0139
Osteichthyes	5,6	0,4	0,0006	-	-	-	8,8	14,3	0,0363	13,6	7,3	0,0321

Fonte: Silva et al., (2023).

Em relação a estratégia alimentar, o *C. danae* apresenta um hábito generalista em ambos os períodos estudados (Figura 2), com a abundância ultrapassando os 50% no período seco (Figura 2c e d). No período chuvoso observou-se que Crustacea e Mollusca apresentam tendência a especialização (Figura 2a e b). Na Zona de arrebentação do período seco, Crustacea demonstra uma tendência a dominância, enquanto os demais itens ficam atrelado a um nicho mais amplo de alimentação (Figura 2c). Para a Região estuarina o item Mollusca apresenta características de dominância e Crustacea de especialização (Figura 2d).

Figura 2. Abordagem nutricional do siris *Callinectes danae* no período chuvoso na Zona de arrebenção e Foz do Rio Jaguaribe, e no período seco na Zona de arrebenção e Região estuarina. Mac (Macroalgas); MOA (Matéria Orgânica Animal); MOV (Matéria Orgânica Vegetal); MON (Matéria Orgânica Não Identificada); Mol (Mollusca); Cru (Crustacea); Ovo (Ovos); For (Foraminifera); Alg (Alga calcária); e Ost (Osteichthyes).



Fonte: Silva et al., (2023).

A análise visual externa nos siris não indicou contaminação por petróleo, descartando contato direto com o óleo do derramamento na costa do Nordeste em 2019. No entanto, na análise interna, após a remoção da carapaça, detectou-se a presença de um material escuro similar a contaminantes antrópicos.

Foram encontrados durante o período chuvoso, oito espécimes com o provável contaminante na Zona de arrebenção, e no período seco, três espécimes na Zona de arrebenção, um na Foz do Rio Jaguaribe e cinco na Região estuarina. Após a análise por

espectro de infravermelho, observou-se que os resultados sugerem que, caso haja traços de petróleo nos espécimes, provavelmente são derivados secundários ou terciários. Importante destacar que a correlação observada está limitada aos grupos funcionais CH₃ e CH₂, comuns em matrizes orgânicas diversas, indicando a possível presença de derivados de petróleo.

Discussão

A análise da alimentação natural de *C. danae* transcende a mera contabilização do número de organismos ingeridos. É de suma importância levar em consideração o comportamento de manipulação alimentar exibido pelos siris, em que suas quelas e mandíbulas desempenham um papel fundamental. Esse comportamento resulta frequentemente no consumo parcial das presas, o que confere um caráter secundário ao número absoluto de organismos ingeridos no contexto da avaliação da dieta desses crustáceos (Branco & Verani, 1997).

A identificação dos itens predados proporciona não apenas *insights* sobre a abundância e distribuição dos organismos no ecossistema em estudo, mas também informações nutricionais relevantes para compreender os requisitos alimentares da espécie. Além disso, tal identificação contribui para o conhecimento acerca do modelo de transferência de energia entre os diferentes níveis tróficos, como destacado por Williams (1981).

No contexto deste estudo, foi realizada uma análise abrangendo a composição dos conteúdos estomacais. Observou-se que a proporção de estômagos considerados totalmente vazios, sem qualquer vestígio de alimento em seu interior, foi relativamente alta, correspondendo a 26,4% (n = 23) dos 87 estômagos analisados. Essa porcentagem é semelhante à encontrada no estudo de Sandes et al. (2020) para a mesma espécie, que foi de 34%. Dos estômagos restantes (73,6% ou 64 estômagos), nos quais foram identificados resquícios de alimento, foi possível determinar a presença de 10 itens alimentares. Esses resultados são consistentes com os encontrados por Branco e Verani (1997) com 14 itens, e Sandes et al. (2020) com 10 itens, ambos para *C. danae*. Enquanto Oliveira et al. (2006) com 11 itens e Ferreira et al. (2011) com 18 itens ambos para o *Callinectes sapidus*.

Sandes et al. (2020) sugerem que a variação observada no número de itens alimentares identificados pode ser atribuída à metodologia de classificação e agrupamento utilizada na identificação, uma vez que a identificação precisa das presas até o menor nível específico pode ser desafiadora. Alguns estudos conduzidos foram capazes de identificar alguns organismos até o nível de espécie, enquanto aqueles que não puderam ser identificados nesse nível foram agrupados em classes.

Na análise da dieta do *C. danae* por meio desse estudo foi revelada uma ampla variedade de itens alimentares, incluindo Crustacea, Osteichthyes, MOA, Mollusca, MOV, MONI, Alga calcárea, Macroalgas, Ovos e Foraminifera. Essa diversidade alimentar sugere que a espécie é tipicamente carnívora, demonstrando uma estratégia alimentar generalista e oportunista. Conforme determinado pela aplicação do método da estratégia alimentar de Amundsen et al. (1996). De acordo com as afirmações de Edgar (1990), os portunídeos demonstram uma atividade e crescimento superiores à maioria dos crustáceos, o que pode ser uma explicação para a constante voracidade observada em estudos alimentares envolvendo espécies dessa família.

A dieta dos siris é bastante diversificada, composta por uma variedade de materiais orgânicos. Esses crustáceos se alimentam regularmente de diferentes tipos de matéria orgânica, incluindo substâncias de origem animal, vegetal e de origem desconhecida. Essa alimentação diversificada está diretamente ligada à alta frequência de ingestão e ao rápido processo de digestão que ocorre em seu sistema (Sandes et al., 2020). Como resultado, o que permanece no estômago dos siris são principalmente resíduos que são resistentes à digestão, como conchas de moluscos, espinhos, cerdas e mandíbulas (Mantelatto & Christofolletti, 2001).

A presença de Alga calcária e Macroalgas não apresenta consenso entre os pesquisadores em relação a esse aspecto de ingestão. Branco e Verani (1997) destacam a incerteza quanto à capacidade das espécies de *Callinectes* de digerir matéria vegetal. Contudo, em diversos estudos envolvendo esse gênero, foi registrada a ocorrência de vegetais (Branco & Verani, 1997; Mantelatto & Christofolletti, 2001; Branco et al., 2002; Oliveira et al., 2006; Sandes et al., 2020). A presença frequente desse material, pode influenciar em sua nutrição, logo não se deve descartar que este possa ser incluído como item de importância nos estudos nutricionais de *C. danae*.

O índice alimentar mostrou que os itens Crustacea, Molusca, Osteichthyes, Macroalgas e MOA (Matéria Orgânica Animal) apresentaram maior representatividade, variando entre os períodos analisados, conforme consta na Tabela 2. Algo que também é notado pela estratégia alimentar da espécie (Figura 2). A predominância desses grupos alimentares era esperada, uma vez que em estudos anteriores também foram identificados (Branco & Verani, 1997; Branco, 1996; Sandes et al. 2020). Isso implica que, mesmo diante da catástrofe ocasionada pelo derramamento de óleo na costa do Nordeste, não foram observadas alterações no padrão alimentar do *C. danae*.

Outro item que apareceu nas amostras foi a areia, apesar de sua presença ter sido frequente esse componente não foi considerado no escopo deste estudo, seguindo a abordagem adotada por estudos anteriores. A ingestão de areia por *C. danae* é geralmente realizada juntamente com as presas, o que fortalece a hipótese de ingestão acidental (Branco & Verani, 1997; Branco, 1996; Sandes et al., 2020; Oliveira et al., 2006; Ferreira et al., 2011).

A maior ingestão de alimento durante o período seco está associada ao aumento da diversidade de espécies e à maior disponibilidade de presas nesse intervalo temporal (Sandes et al., 2020; Branco, 1996; Branco et al., 2002). Durante os períodos mais quentes do ano, as condições ambientais se tornam propícias para a reprodução, o que resulta em um aumento na abundância de organismos e, conseqüentemente, em um maior nível de predação em níveis tróficos superiores (Fonteles-Filho, 2011; Gonçalves et al., 2020).

Segundo Sandes et al. (2020) a influência sazonal também afeta a composição taxonômica dos itens alimentares. Destaca ainda que a abundância e o tipo de alimento estão diretamente relacionados à disponibilidade no ambiente e não a uma preferência específica dos siris.

Os resultados reforçam a existência de uma variação na dieta ao longo dos períodos investigados, o que está de acordo com as conclusões de outros pesquisadores previamente mencionados. Além disso, não foram identificados no conteúdo estomacal quaisquer componentes de origem antrópica, observando-se apenas a presença de itens alimentares comuns para a espécie em questão.

No que se refere à presença do contaminante encontrado na região interna de alguns exemplares dos *C. danae*, embora a análise realizada não tenha possibilitado a confirmação direta da presença de petróleo, existe a expectativa de que possa se tratar de algum de seus derivados. É importante destacar que a limitação do recurso utilizado para análise, o espectro de infravermelho, não permitiu a separação precisa dos componentes presentes no material. No entanto, foi possível constatar que o material identificado não é comum em composições biológicas. A presença de uma substância externa no interior dos espécimes analisados pode implicar, em sua maioria, em mudanças comportamentais na espécie, mesmo que em um contexto de médio ou longo prazo. A hipótese levantada de que o material pode ser oriundo de óleo de motor de embarcação é plausível, considerando que a região é intensamente frequentada por pescadores artesanais, aumentando a possibilidade de exposição a resíduos de petróleo.

Um estudo conduzido após um derramamento de óleo em uma área de mangue ao sul da Austrália, realizado por Fonseca (1992), demonstrou que os peixes afetados apresentaram

uma taxa de crescimento significativamente reduzida quando comparados aos peixes que viviam em áreas não contaminadas pelo derramamento. Esse achado corrobora a ideia de que poluentes como o petróleo podem causar impactos negativos nas espécies marinhas.

Diante disso, é fundamental compreender melhor o possível impacto dessa substância encontrada nos *C. danae*, a fim de avaliar seu potencial efeito sobre a biologia e ecologia desses siris. Investigar os efeitos potenciais em curto e longo prazo é de extrema importância para o manejo e a conservação dos ecossistemas marinhos afetados. Além disso, é relevante considerar estratégias de mitigação para minimizar os efeitos adversos da presença de contaminantes e preservar a saúde dos organismos marinhos e a integridade do ambiente costeiro.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que *C. danae* apresenta uma dieta oportunista e generalista, o que indica uma variada amplitude de nicho com relativa importância, com uma preferência acentuada pela ingestão de crustáceos e moluscos. Foi, portanto, constatada a presença dos componentes alimentares habituais observados em estudos anteriores da espécie, o que sugere que, mesmo após o ocorrido do derramamento de óleo, os hábitos alimentares da espécie permaneceram inalterados, indicando uma preservação significativa. Além disso, durante as análises visuais e procedimentais realizadas, foram encontrados vestígios de contaminante, com provável indício de ser um derivado de petróleo, no entanto, a análise por espectrofotômetro de infravermelho não foi comprovado devido à complexidade do material. Novas pesquisas e estudos complementares são necessários para aprofundar o entendimento dessas questões e fundamentar decisões informadas para a proteção da biodiversidade marinha.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Dinâmica de Populações Aquáticas da UFRPE/UAST na pessoa do Prof. Dr. Francisco Marcante e seus orientandos, e ao Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRPE na pessoa da Prof^a. Dr^a. Ana Carla e seus orientandos, que realizaram as coletas e cederam o material usado neste artigo. Ao Grupo de Análises Químicas (GAQ/UAST) e o Núcleo de Química Analítica Avançada de Pernambuco (NUQAAPE/FACEPE/PRONEX - APQ-0346-1.06/14) pelas análises espectroscópicas.

Referências

Amundsen, P.-A.; Gabler, H.-M.; Staldvik, F. J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990)

- method. **Journal Of Fish Biology**, [S.L.], v. 48, n. 4, p. 607-614, abr. 1996. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x>.
- APAC. **Boletim Climático**. 2023. v. 11, n. 4. ISSN 2358 2464. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/uploads/Boletim-Clim--tico-Abril.pdf>. Acesso em: 12 maio de 2023.
- Baptista-Metri, C.; Pinheiro, M. A. A.; Blankensteyn, A.; Borzone, C. A. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangrilá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 446-453, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81752005000200022>.
- Branco, J.O. Variações sazonais e ontogênicas na dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. v. 39, n. 4, p. 999-1012, 1996.
- Branco, J. O.; Verani, J. R. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 1003-1018, dez. 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81751997000400014>.
- Branco, J. O.; Masunari, S. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 17-27, fev. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71082000000100004>.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Verani, J. R.; Schweitzer, R.; Souto, F. X.; Vale, W. G. Natural Diet of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in the Itapocoroy Inlet, Penha, SC, Brazil. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 35-40, mar. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-89132002000100006>.
- Edgar, G. J. Predator-prey interactions in seagrass beds. II. Distribution and diet of the blue manna crab *Portunus pelagicus* Linnaeus at Cliff Head, Western Australia. **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [S.L.], v. 139, n. 1-2, p. 23-32, jul. 1990. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(90\)90035-b](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(90)90035-b).
- Ferreira, L. S.; Barros, A.; Barutot, R. A.; D'Incao, F. Comparação da dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda). **Atlântica**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 115-122, 1 out. 2011. Instituto de Oceanografia - FURG. <http://dx.doi.org/10.5088/atl.2011.33.2.115>.
- Fonteles-Filho, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza, Ceará: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 464 p.
- Fonseca, M. R. M. Química: química orgânica. São Paulo: FTD, 1992.
- Gonçalves, G. R. L.; Negreiros-Fransozo, M. L.; Fransozo, A.; Castilho, A. L. Feeding ecology and niche segregation of the spider crab *Libinia ferreirae* (Decapoda, Brachyura, Majoidea), a symbiont of *Lychnorhiza lucerna* (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizostomeae). **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 847, n. 4, p. 1013-1025, 20 dez. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-019-04158-0>.
- Guarizo, M.; Costa, T. M.; Marochi, M. Z. Effect of diet during larval development of *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 and *Callinectes danae* Smith, 1869. **Aquaculture International**, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 1969-1980, 1 jul. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-020-00569-2>.
- Herrera, D. R. **Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista**. (2017). Tese

- (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/150544>. Acesso em: 15 março de 2023.
- IBAMA. Portaria SUDEPE nº N-24, de 26 de julho de 1983. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1983/p_sudepe_24_n_1983_siriazul_alterada_p_sudepe_13_1988.pdf. Acesso em 15 de março de 2023.
- Kawakami, E.; Vazzoler, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0373-55241980000200043>.
- Keunecke, K. A. **Efeitos da pesca de arrasto do camarão-rosa sobre a dinâmica populacional de *C. danae* e *Callinectes ornatus* (Crustacea, Portunidae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1568>. Acesso em: 10 janeiro de 2023.
- Keunecke, K. A.; D'Incao, F.; Moreira, F. N.; Silva Junior, D. R.; Verani, J. R. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, [S.L.], v. 98, n. 2, p. 231-235, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212008000200011>.
- Mantelatto, F. L. M.; Christofolletti, R. A. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, [S.L.], v. 138, n. 3, p. 585-594, 19 mar. 2001. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s002270000474>.
- Melo, G. A. S. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro. São Paulo: **Plêiade/FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, 604p. 1996.
- Melo, G. A. S. Infraordem Brachyura (**Siris e caranguejos: espécies marinhas e estuarinas**), p. 415-485. In: L. BUCKUP & G. BOND-BUCKUP (Eds). Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Editora UFRGS, 1999, 503p.
- Melo, G. A. S.; Veloso, V. G.; Oliveira M. C. A fauna de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do litoral do Estado do Paraná. 1989. Lista preliminar. **Nerítica**, Pontal do Paraná, v. 4, n (1/2): 1-31. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/neritica/article/view/84988>. Acesso em: 28 fevereiro de 2023.
- Moura, N. F. O. **Importância do prado de capim marinho (*Halodule wrightii* Aschers) na composição da fauna de Crustacea Brachyura e na dinâmica trófica das espécies de *Callinectes* (Crustacea, Portunidae) na ilha de Itamaracá - Pernambuco – Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 2006, 79p. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1583>. Acesso em 19 março de 2023.
- Nascimento, T.O. **Avaliação dos aspectos biológicos do Siri-azul *Callinectes danae*, Smith, 1869 (Brachyura: Portunidae) através de indicadores morfofisiológicos: um estudo no litoral de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Morfotecnologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco. 2021, 45p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42321>. Acesso em 16 abril de 2023.
- Oliveira, A.; Pinto, T. K.; Santos, D. P. D.; D'Incao, F. Dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, [S.L.], v. 96, n. 3, p. 305-313, 30 set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212006000300006>.

- 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**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 36-38, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00231019>.
- Sandes, K. Q. T. C.; Santos, L. V. R.; Farias, M. C. L.; Coelho-Filho, P. A. Dieta natural de *Callinectes danae* smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) em um estuário tropical. **Arquivo de Ciências do Mar**. Fortaleza, v. 54, n.1, p.106-122, 2021. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/44100>. Acesso: 21. fevereiro de 2023.
- Severino-Rodrigues, E.; Pita, J.B.; Graça-Lopes, R. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 27 (1): 7-19, 2001. Disponível em: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/684/668>. Acesso em: 25 março de 2023.
- Taissoun, E.N. Biogeografía y ecología de los cancrejos de la familia “Portunidae” (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa Atlántica de América. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, 7: 7–23, 1973.
- Williams, M. J. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: decapoda. **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 103-113, maio 1981. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(81\)90174-x](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(81)90174-x).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após este trabalho e ao analisar estudos disponíveis sobre a dieta natural do *Callinectes danae*, é evidente que essa espécie de siri possui um comportamento alimentar bastante diversificado e adaptável. Diversos estudos têm documentado os principais itens alimentares encontrados nas amostras de seu trato digestivo, proporcionando uma compreensão mais aprofundada de sua ecologia trófica.

Os resultados desse estudo sugerem que *Callinectes danae* é uma espécie oportunista e generalista em relação à sua alimentação. Sua dieta natural inclui uma variedade de itens alimentares, como algas, detritos orgânicos, moluscos, crustáceos menores e outros invertebrados marinhos. Essa adaptabilidade na dieta é provavelmente um reflexo das mudanças sazonais e das variações de disponibilidade de recursos alimentares em seu ambiente natural.

No entanto, um aspecto preocupante que surgiu durante a pesquisa foi a detecção de vestígios de derivados de petróleo nas amostras analisadas. Isso indica que poluentes oriundos de atividades humanas, como derramamentos de óleo ou outras fontes de contaminação, estão presentes no ambiente em que esses siris habitam. Essa contaminação pode ter consequências significativas para a saúde e a ecologia dessa espécie e dos ecossistemas em que ela se encontra.

A presença de derivados de petróleo na membrana articular do *Callinectes danae* pode resultar de várias formas, incluindo a ingestão direta de partículas contaminadas ou a bioacumulação ao longo da cadeia alimentar. Esses compostos químicos são tóxicos para os organismos marinhos e podem ter efeitos adversos em seu crescimento, reprodução e sobrevivência, além de afetar a saúde humana, caso esses siris contaminados sejam consumidos por comunidades locais.

Portanto, é fundamental que sejam implementadas medidas de controle e prevenção para reduzir a poluição por derivados de petróleo e outros contaminantes no ambiente marinho, principalmente em regiões sensíveis como o ecossistema do mangue. Além disso, é necessário continuar monitorando a dieta do *Callinectes danae* e a presença de contaminantes em seus habitats, a fim de compreender melhor os impactos dessa poluição nos ecossistemas costeiros e, conseqüentemente, na conservação dessa espécie.

Como estudantes e pesquisadores, devemos conscientizar sobre os impactos das atividades humanas nos ecossistemas marinhos e buscar soluções sustentáveis para a preservação da vida marinha. Com base nas descobertas do estudo, é essencial destacar a importância da conservação desses ambientes e da promoção de práticas ambientalmente responsáveis para garantir um futuro saudável para o *Callinectes danae* e toda a diversidade biológica dos ecossistemas marinhos.

5. REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

ALENCAR, T. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; OLIVEIRA, M. M.; SARAIVA, V. B. Contaminação por metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo: uma ameaça para os manguezais. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 7, 30 dez. 2016. Essentia Editora. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19180/2177-4560.v10n22016p7-24>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ANTUNES, M. **Dinâmica Populacional do siri azul *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) na região de Ubatuba, SP, Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2012. Disponível em: https://www2.ibb.unesp.br/posgrad/teses/zoologia_me_2012_mariana_silva.pdf. Acesso em: 03 jul. 2023.

ARNOLD, W. S. The effects of prey size, predator size, and sediment composition on the rate of predation of the blue crab, *Callinectes Sapidus* Rathbun, on the hard clam, *Mercenaria* (Linné). **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [S.L.], v. 80, n. 3, p. 207-219, set. 1984. Elsevier BV. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(84\)90150-3](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(84)90150-3). Acesso em: 08 jul. 2023.

- BAPTISTA-METRI, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 446-453, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81752005000200022>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BARRETO, A. V.; BATISTA-LEITE, L. M. A.; AGUIAR, M. C. A. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá, PE, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, [S.L.], v. 96, n. 2, p. 141-146, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212006000200003>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- BARROS, M. P.; PIMENTEL, F. R. A fauna de Decapoda (Crustacea) do Estado do Pará, Brasil: lista preliminar de espécies. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, **Série Zoologia**. 17 (1):15- 41. 2001. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/bitstream/mgoeldi/660/1/B%20MPEG%20Zoo%2017%281%29%202001%20Barros%20ri.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BARROS, M. P.; SILVA, S. B.; PIMENTEL, F. R. Novos registros de Brachyura (Crustacea, Decapoda) para o litoral do estado do Pará, Brasil. **Nauplius**. 5 (2): 153-154. 1997. Disponível em: <http://crustacea.org.br/wp-content/uploads/2014/02/nauplius-v05n2a16.Barros.et.al.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BRANCO, J.O. Variações sazonais e ontogênicas na dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 39, n. 4, p. 999-1012, 1996a. Disponível em: <http://www.avesmarinhas.com.br/37.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2023.
- BRANCO, J.O. Ciclo e ritmo alimentar de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, 39 (4): 987-998, 1996b. Disponível em: <http://www.avesmarinhas.com.br/38.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 1003-1018, dez. 1997. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81751997000400014>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- CARMONA-SUAREZ, C. A.; CONDE, J. E. Local distribution and abundance of siwimming crabs (*Callinectes* spp and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. **Fishery Bulletin**, 100 (1): 11-25. 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1834/31038>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Sinopse dos crustáceos decápodos brasileiros (Portunidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 9, n. 3-4, p. 291-298, 1992. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81751992000200016>. Acesso em: 06 jul. 2023.
- COSTA, T. M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. The Reproductive Cycle of *Callinectes Danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba Region, Brazil. **Crustaceana**,

- [S.L.], v. 71, n. 6, p. 615-627, 1998. Brill. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1163/156854098x00617>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- CRUZ, G. F.; MARSAIOLI, A. J. Processos naturais de biodegradação do petróleo em reservatórios. **Química Nova**, [S.L.], v. 35, n. 8, p. 1628-1634, 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422012000800024>. Acesso em: 08 jul. 2023.
- FONSECA, M. R. M. Química: química orgânica. São Paulo: FTD, 1992.
- FURIA, R. R.; SANTOS M. C. F.; BOTELHO, E. R. O.; SILVA, C. G. M.; ALMEIDA, L. Biologia pesqueira do siri-açu *callinectes danae* smith, 1869 (crustacea : portunidae) capturado nos manguezais do município de caravelas (Bahia – Brasil). **Boletim Técnico Científico CEPENE**, Tamandaré. v. 16, n. 1, p. 75-84, 2008. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepen/images/stories/publicacoes/btc/vol16/art06-vol16.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- IBAMA. **Portaria SUDEPE nº N-24, de 26 de julho de 1983**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1983/p_sudepe_24_n_1983_siriazul_alterada_p_sudepe_13_1988.pdf. Acesso em 15 de mar. de 2023.
- ICMBIO. **Avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014**. Itajaí (SC): CEPsul. 2016. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2016_avaliacao_crustaceos_2010_2014.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.
- KEUNECKE, K. A. **Efeitos da pesca de arrasto do camarão-rosa sobre a dinâmica populacional de *C. danae* e *Callinectes ornatus* (Crustacea, Portunidae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 2006. 125p. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1568>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; MOREIRA, F. N.; SILVA JUNIOR, D. R.; VERANI, J. R. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, [S.L.], v. 98, n. 2, p. 231-235, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212008000200011>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- LESSA, G. C.; TEIXEIRA, C. E. P.; PEREIRA, J.; SANTOS, F. M. The 2019 Brazilian oil spill: insights on the physics behind the drift. **Journal Of Marine Systems**, [S.L.], v. 222, p. 103586, out. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2021.103586>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- MARENGONI, N. G.; KLOSOWSKI, E. S.; OLIVEIRA, K. P.; CHAMBO, A. P. S.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. **Química Nova**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 359-363, 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422013000300002>. Acesso em: 19 jul. 2023.

MARTINS, S. S. S.; AZEVEDO, M. O.; SILVA, M. P.; SILVA, V. P. PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E IMPACTOS AMBIENTAIS: algumas considerações. **Holos**, [S.L.], v. 6, p. 54, 11 dez. 2015. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2201>. Acesso em: 16 jul. 2023.

MARTINS, A. B. Ó. **Bioacumulação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) no bivalve *Crassostrea rhizophorae*: ensaios laboratoriais e aplicação ambiental.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 92f. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/30777>. Acesso em: 18 jul. 2023.

MELO, G. A. S. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro. São Paulo: **Plêiade/FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, 604p. 1996.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima do Espírito Santo.** Brasília, 2010. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/atlas_cartas_sao_espirito_santo.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, 17: 1-286. 2008. Disponível em: <https://lkcnhm.nus.edu.sg/wp-content/uploads/sites/10/app/uploads/2017/04/s17rbz.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2023.

OLIVEIRA, A.; PINTO, T. K.; SANTOS, D. P. D.; D'INCAO, F. Dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, [S.L.], v. 96, n. 3, p. 305-313, 30 set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212006000300006>. Acesso em: 15 abr. 2023.

PINHEIRO, M. A. A.; BOOS, H.; REIGADA, A. L. D.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; ROCHA, S. S.; HEREMAN, M. J.; SOUZA, M. R. Avaliação dos Caranguejos Portunídeos (Decapoda: Portunoidea: Ovalipidae, Polybiidae e Portunidae). Cap. 26: p. 337- 365. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014.** Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p. 2016.

REIGADA, A. L. D.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Feeding activity of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba, SP, Brazil. **Advances In Decapod Crustacean Research**, [S.L.], p. 249-252, 2001. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-0645-2_27.

RIOS, M. C. **Bioprocesso para remediação de sedimento de manguezal contaminado pelo óleo da Bacia de Campos.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 75f. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/28753>. Acesso em: 08 jul. 2023.

- SEVERINO-RODRIGUES, E.; PITA, J. B.; GRAÇA-LOPES, R. Artisan swimming crabs fishery (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in the estuary of Santos and São Vicente, São Paulo State, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 27 (1): 7 - 19, 2001. Disponível em: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/684>. Acesso em: 08 jul. 2023.
- SEVERINO-RODRIGUES E.; SOARES, F. C.; GRAÇA-LOPES, R.; SOUZA, K. H.; CANÉO, V. O. C. Diversidade e biologia de espécies de Portunidae (decapoda, brachyura) no estuário de iguape, Ilha Comprida e Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, 35(1): 47 - 60, 2009. Disponível em: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/837>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- SILVA, D. C. P.; MELO, C. S.; OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, N. M. M.; PINTO, L. C. Derramamento de óleo no mar e implicações tóxicas da exposição aos compostos químicos do petróleo. **Revista Contexto & Saúde**, [S.L.], v. 21, n. 44, p. 332-344, 29 dez. 2021. Editora Unijui. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2021.44.11470>. Acesso em: 08 jul. 2023.
- SOARES, M. O.; TEIXEIRA, C. E. P.; BEZERRA, L. E. A.; PAIVA, S. V.; TAVARES, T. C. L.; GARCIA, T. M.; ARAÚJO, J. T.; CAMPOS, C. C.; FERREIRA, S. M. C.; MATTHEWS-CASCON, H. Oil spill in South Atlantic (Brazil): environmental and governmental disaster. **Marine Policy**, [S.L.], v. 115, p. 103879, maio 2020. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103879>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- TAISSOUN, E. N. Biogeografía y ecología de los cancrejos de la familia “Portunidae” (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa Atlántica de América. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, 7: 7–23, 1973.
- VERNBERG, F. J.; VERNBERG, W. B. Lethal limits and the zoogeography of the faunal assemblages of Coastal Carolina waters. **Marine Biology**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 26-32, maio 1970. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00352604>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- VIANA, G. F. S.; RAMOS-PORTO, M.; SANTOS, M. C. A.; SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; CABRAL, E.; TORRES, M. F. A.; ACIOLI, F. D. Caranguejos coletados no Norte e Nordeste do Brasil durante o Programa Revizee (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Boletim Técnico Científico CEPENE** 11(1):117-144. 2003. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/26-volume-xi/220-art08v11.html>. Acesso em: 08 jul. 2023.
- WEAR, R. G.; HADDON, M. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* (Crustacea, Portunidae) around central and northern New Zealand. **Mar. Ecol. Progr Ser.**, 35: 39-49. 1987. Disponível em: <https://www.int-res.com/articles/meps/35/m035p039.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2023.

6. ANEXO

Normas do *Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP*

DIRETRIZES PARA AUTORES

O Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP é uma revista gratuita quadrimestral interdisciplinar do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Brasil). É uma revista de acesso aberto, e todos os artigos estão disponíveis na internet para todos os usuários imediatamente após a publicação, sem custos para os autores.

O Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP aceita manuscritos originais, contendo contribuições relativas ao meio ambiente, com foco em análise e progresso, em uma abordagem transdisciplinar, interdisciplinar e multidisciplinar.

Os editores do JEAP esperam que os autores sigam os padrões éticos exigidos em uma pesquisa acadêmica e aplicando diretrizes éticas básicas. O JEAP sugere que a ordem dos Autores obedeça a um critério relativo ao mérito, i. e., que seja considerada a relevância da contribuição de cada autor para a confecção do manuscrito.

Os autores são fortemente aconselhados a garantir que os nomes de autores, o autor correspondente e a ordem dos nomes sigam a mesma sequência que aparece no manuscrito. O DOI é gerado a partir destes dados informados pelo Autor que realizou a submissão do manuscrito. Atente para a sequência dos nomes dos Autores ao fazerem a submissão do manuscrito. A adição ou exclusão de autores durante os estágios de revisão geralmente não é permitida, mas, em alguns casos, pode ser justificada. Os motivos para alterações na autoria devem ser explicados em detalhes. Observe que as alterações de autoria não podem ser feitas após a aceitação de um manuscrito.

O autor que faz a submissão do manuscrito DEVE INSERIR OS DADOS DE TODOS OS AUTORES NESTE MOMENTO, caso não o faça, a submissão poderá ser REJEITADA/ARQUIVADA e ser necessário realizar uma nova submissão.

Todo o material protegido por direitos autorais de qualquer forma usado no manuscrito deve ter informações completas sobre a autoria; uma prova de autorização deve ser apresentada com o manuscrito. Uma atribuição adequada dos dados e/ou texto previamente publicados é da exclusiva responsabilidade dos autores, e não dos editores ou revisores do JEAP. Todos os manuscritos são submetidos a uma avaliação utilizando um programa específico para detecção de plágio e, em caso de confirmação, será recusado e os autores serão notificados de que

o manuscrito deverá aguardar um intervalo de seis meses para uma nova submissão no JEAP, com as falhas identificadas devidamente corrigidas. Autoplágios (textos idênticos dos mesmos autores do manuscrito submetido) não serão aceitos no JEAP. No caso de uma metodologia anteriormente publicada pelo Autor(es), esta deve ser citada em Material e Métodos.

Os autores devem informar sobre a existência de qualquer conflito de interesses. Todo o suporte financiador do pesquisador e número de concessão deve ser informado nos Agradecimentos, no manuscrito. Todos os dados utilizados pelos autores que forem produzidos por outros que não o(s) autor(s) devem ser seguidos de uma declaração formal do proprietário dos dados. Dados de apoio podem ser apresentados como material suplementar por ocasião da submissão do manuscrito.

O nome científico da planta ou animal deve seguido pelo nome do autor seguindo o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas. O número da exsicata e o nome do herbário devem ser informados e/ou o nome do especialista responsável pela identificação taxonômica. As coordenadas de GPS devem ser incluídas para cada população individual, incluindo o segundo mais próximo, ou a quinta casa decimal, se utilizar graus decimais. O sistema métrico é o adotado como padrão. Abreviaturas que não seguem um padrão usual deverão ser definidas no texto. Unidades de medida deverão ser informadas, exceto quando precedidas por um numeral. Neste caso, eles devem ser abreviados no formulário padrão: g, mg, cm³, etc. e não seguido por pontos. Use expoente negativo para indicar unidades no denominador (i.e. mmol.m⁻².s⁻¹). Números até dez devem ser escritos por extenso no texto, exceto quando se referir a medições. Números superiores a dez devem ser representados como numerais, exceto no início de uma frase. As frações devem ser expressas como decimais.

Todos os artigos envolvendo estudos com humanos ou animais devem ter a aprovação e autorização dos Comitês de Ética em Pesquisa em Seres Humanos ou em Animais da(s) instituição(ões) à(s) qual(is) o(s) autor(s) pertence(m). As regras relativas aos direitos de biodiversidade devem ser seguidas. O JEAP não aceita a responsabilidade por estudos de pesquisa que não estejam em conformidade com a legislação do país de residência do autor.

Os manuscritos serão rejeitados em caso de: i. o conteúdo não se enquadrar nas áreas de interesse da revista; ii. manuscritos não formatados de acordo com as instruções para o(s) autor(es) (ver modelos e as instruções no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br)).

iii. manuscritos com resultados preliminares; iv. manuscritos que relatam dados sem a comparação com uma referência, sem um controle adequado ou sem base em estatísticas adequadas; v. a fonte biológica (por exemplo, planta, microorganismo, organismo marinho, etc.) não estar claramente identificada, autenticada e documentada.

O JEAP publica artigos em Inglês ou Português, e um nativo ou serviço de edição de linguagem profissional deve verificar o manuscrito antes de sua submissão. O autor deve providenciar todos os serviços, e isto não garante a aceitação ou preferência para publicação.

Os formatos principais são: Artigo de Pesquisa Original ou Revisão Crítica. A estrutura do artigo será semelhante àquela de um artigo de pesquisa original ou uma revisão crítica. Os autores devem utilizar o modelo disponível no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br); e fazer os ajustes compatíveis com o formato de um Artigo de Pesquisa Original ou de Revisão Crítica.

Recomendamos fortemente o uso dos modelos do JEAP, que podem ser encontrados no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br).

Em um Artigo original de pesquisa, o manuscrito deve ser organizado na seguinte ordem: Título, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (em seções separadas ou não), Conclusão, Agradecimentos e Referências. O comprimento do texto principal (excluindo referências, tabelas, figuras e legendas de figuras) deve ter um mínimo de 3.000 palavras. A estrutura deve ser organizada da seguinte forma: Título, Resumo, Palavras-Chave, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos com breves detalhes experimentais com subtítulos em itálico e apenas a primeira palavra com a primeira letra em maiúsculo, Resultados e Discussão, em seções separadas ou não, a critério dos Autores, como um corpo de texto sem destaques, Conclusão (deve ser tirada de seus resultados, de forma clara e firmemente apoiada pelos dados mostrados em seus resultados, sem quaisquer referências, e respondendo aos objetivos propostos na Introdução), Agradecimentos e Referências.

É recomendável para o autor(s) manter uma cópia (eletrônica e papel) do manuscrito apresentado para um caso de perda ou dano ao original enviado à revista.

Figuras (fotografias, gráficos, desenhos, etc.) e Tabelas devem ser autoexplicativas e estar inseridas próximas do ponto em que são discutidos os dados e numeradas, consecutivamente, usando algarismos arábicos. As respectivas legendas devem ser claras, concisas, sem abreviaturas e localizadas abaixo das figuras. Todos os títulos de Figuras, Tabelas, Quadros devem informar a fonte, inclusive os dados dos Autores, se for o caso, seguida

do ano entre parêntesis. Se os valores são de outra fonte, a autorização formal é necessária e deve ser submetida.

O tamanho das Figuras deve ser aproximado das dimensões desejadas da versão publicada e deve ter qualidade que permita identificar claramente o objeto de interesse. O tamanho de impressão (em centímetros) para uma coluna única é de 3,0 cm, para uma coluna e meia é de 13,5 cm e para uma coluna dupla (correspondendo à largura total do texto na página) é de 16,9 cm. As letras nas imagens devem ter um tamanho legível no caso de impressão, especialmente para caracteres em subscrito ou sobrescrito. Submeta cada figura como um arquivo separado, além de sua inserção no texto imediatamente após sua primeira citação. O mínimo de resolução para as Figuras é de 300 DPI, com um valor máximo de 800 DPI; os formatos de arquivo BMP, TIFF, PNG e JPG são aceitáveis pelo JEAP.

As tabelas devem ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos. Tabelas (dados numéricos) não devem ser fechadas por linhas laterais. As respectivas legendas devem ser claras, concisas, sem abreviaturas e localizadas acima da tabela. As legendas das ilustrações botânicas devem usar uma convenção de nomenclatura lógica, de acordo com as estruturas apresentadas.

Informações gerais sobre a formatação do texto:

- É recomendável escrever o texto na voz ativa, usando o verbo no passado apenas para as seções de métodos e resultados.
- Os números de página devem ser evitados no manuscrito.
- Use uma fonte normal, Times New Roman, tamanho 11 e espaçamento simples entre linhas. Nomes de gênero e espécie devem estar em itálico. Os nomes comuns de organismos não devem ser capitalizados, mas podem ser escritos entre aspas.
- As abreviações devem ser definidas na primeira menção no Abstract e novamente no corpo principal do texto e usado de forma consistente depois.
- As datas devem ser formatadas como dia-mês-ano, com o mês abreviado: por exemplo, 01-Jan-2016.
- Use o editor de equações de um programa de processamento de texto ou MathType para as equações.

- No final do título de Figura/Tabela/Quadro, informe a Fonte com o nome do autor, seguido pela data (ver últimas publicações do JEAP).

A formatação de texto está definida em um modelo (que deve ser usado para qualquer formato do manuscrito: Artigo ou Revisão Crítica, além de um modelo para a Carta de Responsabilidade do(s) Autor(es), disponíveis no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br). Os Autores são fortemente recomendados a utilizar estes modelos quando da confecção e submissão do manuscrito.

Indicamos que os Autores sigam os modelos dos últimos artigos publicados no site do JEAP.

Submissão: Modelos para a Carta de Responsabilidade do(s) Autor(es) e manuscrito devem ser obtidos no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br).

Figuras devem ser submetidas no interior do manuscrito e, também, separadamente, uma a uma, em seus formatos originais (png, tiff, jpg ou bmp), no momento da submissão. O uso dos modelos garante o formato dos artigos, bastando apenas inserir as informações nos locais assinalados, que a formatação se dará de modo automático, evitando atrasos em sua avaliação devido a uma falha no cumprimento da configuração de artigos do JEAP.

Os nomes dos autores e sua filiação deve ser informada e submetida em documento suplementar.

Modelos disponíveis no link do JEAP (www.jeap.ufrpe.br).