



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

HOZANA SOARES BORGES

**BIOECOLOGIA DE *Ucides cordatus* LINNAEUS 1763 (DECAPODA:
OCYPODIDADE) EM ÁREAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE IMPACTOS
ANTRÓPICOS NO GOLFÃO MARANHENSE, BRASIL**

São Luís

2022

HOZANA SOARES BORGES

**BIOECOLOGIA DE *Ucides cordatus* LINNAEUS 1763 (DECAPODA:
OCYPODIDADE) EM ÁREAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE IMPACTOS
ANTRÓPICOS NO GOLFÃO MARANHENSE, BRASIL**

Dissertação apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós- Graduação em Biodiversidade e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão.

Orientador (a): Profa. Dra Raimunda Nonata Carvalho Fortes Neta

São Luís

2022

Borges, Hozana Soares.

Bioecologia de *Ucides cordatus* Linnaeus 1763 (Decapoda: Ocypodidae) em áreas com diferentes níveis de impactos antrópicos no Golfão Maranhense, Brasil / Hozana Soares Borges. – São Luís, 2022.

... f

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta.

1.Caranguejo uçá. 2.Morfologia. 3.Aspectos reprodutivos. 4.Estrutura populacional. I.Título.

CDU: 639.519:574(812.1)

**BIOECOLOGIA DE *Ucides cordatus* LINNAEUS 1763 (DECAPODA:
OCYPODIDADE) EM ÁREAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE IMPACTOS
ANTRÓPICOS NO GOLFÃO MARANHENSE, BRASIL**

Dissertação apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós- Graduação em Biodiversidade e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão.

Aprovada em 15/03/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Raimunda Nonata Carvalho Fortes Neta
(Orientadora/ UEMA)

Profa. Dra. Erivânia Gomes Teixeira
(UEMA)

Prof. Dr. Kaio Lopes de Lima Lima
(UFPE)

Dedicatória

Não importa qual o nosso tempo de vida. Se fizermos o bem acabamos por nos tornar eternos. Marcamos quem está a nossa volta e deixamos o mundo mais rico com a nossa presença.

In memoriam de Zafira da Silva de Almeida

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobretudo a Deus por me mostrar que eu nunca estive sozinha, por ter me proporcionado esperança, resiliência, força física e mental para concluir este ciclo.

Agradeço *in memoriam* a minha orientadora precedente Zafira da Silva de Almeida, que idealizou essa pesquisa comigo e confiou no meu potencial para executá-la, será sempre a minha amada e querida mãe científica.

À minha orientadora atual Raimunda Nonata Carvalho Fortes Neta por me acolher desde o início, antes como co-orientadora, e não medir esforços para auxiliar e orientar cada etapa dessa pesquisa.

À minha colaboradora Lorrane Cantanhede por ser parceira, empática e prestativa. Às minhas amigas companheiras de turma e coleta Samantha Pestana, Fabiene Barros e Laiza Oliveira, obrigada pelo apoio durante o final da minha gestação e todo o puerpério.

À minha filha Julia Catarina Soares Borges por trazer um sentido novo e mostrar que eu posso ser muito mais forte do que imaginei, tudo é por você.

Ao meu pai José Antônio Soares e aos demais familiares que contribuíram e me deram forças para seguir minha carreira, em nome de Nelma Silva, Antônia Silva e ElmaSilva, registro minha gratidão.

Ao Programa de Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, aos professores, à Universidade Estadual do Maranhão-UEMA e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Estado do Maranhão-FAPEMA, pela oportunidade e apoio em todo o processo de pós graduação.

Por fim, deixo aqui registrado minha gratidão a mim mesma por meus esforços, persistência e sagacidade de fazer pesquisa e estudar sendo mãe sem rede de apoio. Foi sempre a minha resiliência que salvou meus sonhos da tentação de desistir.

Mães na ciência, sejam resilientes, acreditem na sua força, no seu potencial, creia que é capaz e você será.

Gratidão!

RESUMO

Os estudos de bioecologia que abordam a reprodução e morfometria, possuem informações precisas para auxiliar na conservação das espécies. Neste estudo objetivou-se analisar a bioecologia de *Ucides cordatus* em duas áreas com diferentes níveis de impactos antrópicos no Golfão Maranhense, envolvendo aspectos morfológicos, reprodutivos e estrutura populacional. A primeira área é o Manguezal do Zé da Mata (menos impactado antropicamente) localizado no município de Raposa e o segundo é o Manguezal de Porto Grande (com maior impacto antrópico), localizado no município de São Luís. Realizou-se seis coletas no período de setembro de 2020 a dezembro de 2021. A densidade populacional foi aferida pela contagem de número de galerias em cinco quadrantes de 1m² ao longo de um transecto de 35m em todos os meses de amostragem e calculada em G/m². Os dados biométricos dos espécimes foram comparados entre os locais de amostragem através do teste t de Student; os dados de densidade populacional foram correlacionados os dados abióticos pH, temperatura e oxigênio dissolvido através de uma regressão múltipla e por fim, averiguou-se o tamanho de primeira maturação sexual (L50). O potencial extrativista imediato (PEI) e futuro (PEF) foram avaliados com base na Largura da Carapaça (LC mm) sendo o PEI: LC => 60mm e o PEF: LC = < 60mm. Além disso, analisou-se amostras de sedimento das áreas de amostragem para identificar a diferença entre os níveis de impacto antrópico. Os dados abióticos não influenciaram na densidade populacional da espécie nos dois locais analisados. Houve diferença significativa entre as médias de LC (mm) e CC (mm) entre os espécimes de Zé da Mata e Porto Grande, com indivíduos mais robustos nesse último. O potencial extrativoimediato (PEI) foi maior no manguezal de Porto Grande, assim como os valores de G/m²(4,93). O L50 foi de 51,33mm para o manguezal de Zé da Mata e 54,42mm para o manguezal de Porto Grande, demonstrando que a população desses locais consegue se reproduzir pelo menos uma vez antes de atingirem seu tamanho comercial (60 mm de LC). Os resultados sobre os caranguejos dos dois manguezais indicam populações estáveis, ainda que haja maior pressão pesqueira no manguezal do Zé da Mata. Esses dados apontam a necessidade de fiscalização da atividade pesqueira e orientação para a comunidade de Raposa, principalmente sobre o período de defeso da espécie.

Palavras-chaves: caranguejo uçá, morfologia, aspectos reprodutivos, estrutura populacional.

ABSTRACT

Bioecology studies that address reproduction and morphometry have accurate information to assist in the conservation of species. This study aimed to analyze the bioecology of *Ucides cordatus* in two areas with different levels of human impacts in the Maranhense Gulf, involving morphological and reproductive aspects and population structure. The first area is the Manguezal do Zé da Mata (less anthropogenically impacted) located in the municipality of Raposa and the second is the Porto Grande Manguezal (with the greatest human impact), located in the municipality of São Luís. Six collections were carried out in the period from September 2020 to December 2021. Population density was measured by counting the number of galleries in five 1m² quadrants along a 35m transect in all sampling months and calculated in G/m². Biometric data from specimens were compared between sampling sites using Student's t test; the population density data were correlated with the abiotic data pH, temperature and dissolved oxygen through a multiple regression and finally, the size at first sexual maturation (L₅₀) was verified. The immediate (PEI) and future (PEF) extractive potential were evaluated based on the Carapace Width (LC mm) with the PEI: LC =/> 60mm and the PEF: LC =/< 60mm. In addition, sediment samples from the sampling areas were analyzed to identify the difference between the levels of anthropic impact. The abiotic data did not influence the population density of the species in the two analyzed sites. There was a significant difference between the means of LC (mm) and CC (mm) between the specimens from Zé da Mata and Porto Grande, with more robust individuals in the latter. The immediate extractive potential (PEI) was higher in the Porto Grande mangrove, as were the values of G/m² (4.93). The L₅₀ was 51.33 mm for the mangrove of Zé da Mata and 54.42 mm for the mangrove of Porto Grande, demonstrating that the population of these places can reproduce at least once before reaching their commercial size (60 mm of LC). The results on crabs from the two mangroves indicate stable populations, although there is greater fishing pressure in the Zé da Mata mangrove. These data point to the need for inspection of fishing activity and guidance for the Raposa community, especially regarding the closed season for the species.

Keywords: uçá crab, morphology, reproductive aspects, population structure.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
4 METODOLOGIA.....	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1 Sedimento do manguezal.....	18
5.2 Medidas morfométricas	19
5.3 Potencial extrativo	20
5.4 Densidade populacional.....	21
5.5 Tamanho de primeira maturidade sexual.....	24
6 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Ucides cordatus*, conhecida popularmente como caranguejo-uçá, está distribuída desde o sul da Flórida até o Sul do Brasil (MELO, 1996). Essa ampla distribuição e o sabor da carne são as principais explicações para a alta importância econômica desta espécie (CASTRO *et al.*, 2008; PINHEIRO *et al.*, 2016). No Brasil, *U. cordatus* é um dos crustáceos mais comercializados, especialmente na região norte e nordeste do país, em que há maior prática de captura de espécies que vivem em manguezais (COSTA, 1972; NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Embora tenha elevado interesse econômico, a criação de *U. cordatus* em cativeiro é impossibilitada pela sua reduzida taxa de crescimento, pois os gastos seriam muito altos para o tempo necessário de alcance do tamanho comercial (HATTORI, 2002). Em alguns manguezais do Brasil, a alta comercialização e captura sem a correta utilização de um plano de manejo, fez com que o tamanho e peso das populações de *U. cordatus* diminuísse com o passar dos anos (LEGAT, 2005; PINHEIRO *et al.*, 2018).

Em contrapartida, com o objetivo de manter os estoques naturais dessa espécie, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) proibiu a captura comercial de indivíduos machos menores de 60 mm e de fêmeas de qualquer tamanho (MOTA, 2005). Além disso, estabeleceu o período de defeso, que abrange alguns dias dos meses de janeiro, fevereiro e março para a região Nordeste. No entanto, a fiscalização torna-se necessária porque o período de defeso corresponde aos meses em que há maior visitação turística, principalmente no Nordeste, elevando a demanda dessa espécie para provimento de bares e restaurantes (AMARAL *et al.*, 2014).

Estudos que descrevem a bioecologia de *U. cordatus* trazem informações sobre como os impactos da pesca e rejeitos domésticos ou industriais influenciam nos parâmetros bioecológicos da espécie. Esses estudos têm evidenciado se as normas já estabelecidas estão sendo respeitadas e têm contribuído para implementação de ações de sustentabilidade de *U. cordatus*, fornecendo subsídios para o ordenamento da pesca e assegurando o potencial sustentável de captura e a manutenção dos estoques em níveis adequados de exploração (FERNANDES; CARVALHO, 2007; CASTRO *et al.*, 2008).

O Maranhão é um dos estados com maior destaque de captura e comercialização de *U. cordatus*, especialmente na região do Golfão Maranhense. No entanto, além da forte pressão pesqueira, os impactos advindos de atividades portuárias nessa região podem ser prejudiciais à conservação de *U. cordatus*. Os impactos ambientais relacionados às atividades portuárias são intensos e constantes, gerando perturbações com consequências de ordem física, química e

biológica sobre o meio ambiente (BRASIL, 1981; CASTRO; ALMEIDA, 2012). Dentre esses impactos estão as alterações na dinâmica costeira, a supressão de ecossistemas costeiros e marinhos, alteração do padrão hidrológico e da dinâmica sedimentar, modificações na paisagem, além de poluição da água, do solo, do subsolo e do ar (CUNHA, 2008; ANTAQ, 2021). Alguns autores têm relatado que esse conjunto de impactos ambientais vem gerando consequências para a fauna associada, tais como alterações histológicas em *Callinectes danae* (LIMA, 2018), alterações enzimáticas e histológicas em *U. cordatus* (JESUS *et al.*, 2020), diminuição da comunidade microzooplânctônica (COSTA, 2019), redução da comunidade da macrofauna bêntica (SOUSA, 2018), alterações negativas na qualidade da água (PIRATOBA *et al.*, 2017), entre outros.

Nesse sentido, os estudos de bioecologia, especialmente os que abordam a reprodução e morfometria, possuem informações precisas para auxiliar na conservação das espécies, uma vez que a avaliação conjunta de aspectos reprodutivos e dimensões corpóreas, como é o caso do tamanho de primeira maturidade sexual, apontam para possíveis problemas populacionais em decorrência da poluição e/ou superexplotação quando esses valores são inferiores a 60mm como instituído pelo IBAMA (CASTIGLIONI; COELHO, 2011).

Desse modo, este estudo busca responder as seguintes questões: (i) As características ambientais de áreas impactadas por atividades portuárias afetam negativamente a densidade populacional da espécie?; (ii) Há diferenças no peso total, comprimento e largura da carapaça dos organismos entre as áreas de diferentes níveis de impactos antrópicos? (iii) O tamanho de primeira maturidade sexual sofre alteração em função dos impactos de atividades portuárias?

Nossa hipótese é que nas áreas de atividades portuárias, a densidade populacional de *U. cordatus* será menor, uma vez que os contaminantes podem alterar a qualidade da água, favorecendo o surgimento de patologias e, consequentemente, elevando a mortalidade na comunidade de carcinofauna. Além disso, acredita-se que na área de impacto por atividades portuárias, as medidas corpóreas sejam inferiores, comparados aos organismos que vivem na área menos impactada, pois quando são submetidos aos contaminantes, os invertebrados aquáticos tendem a apresentar diferenças negativas relacionadas ao tamanho e peso. Com relação ao tamanho de primeira maturidade sexual, acredita-se que a espécie estará apta a se reproduzir com tamanhos inferiores em Porto Grande, pois fatores como desmatamento, esgoto doméstico e industrial afetam negativamente a população de *U. cordatus*, em especial a sobrevivência das fêmeas, estimulando a reprodução precoce.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a bioecologia de *U. cordatus* em áreas com diferentes níveis de impactos antrópicos no Golfão Maranhense, a partir de aspectos morfológicos, reprodutivos e estrutura populacional.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a estrutura populacional de *U. cordatus* entre as áreas estudadas;
- Investigar as características populacionais e reprodutivas da espécie;
- Identificar o tamanho de primeira maturação sexual da espécie nas duas áreas estudadas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O manguezal é um ecossistema localizado nas zonas entre marés de regiões costeiras, que atua como proteção de linha de costa por meio do seu sistema de raízes e que servem como barreira através da compactação do solo (SOUZA et al., 2018). A ocupação de manguezais no Brasil é estimada em 13 mil km² descontínuos, desde o extremo norte do estado do Amapá (Cabo Orange) até o estado de Santa Catarina (Laguna) (SPALDING et al., 2010). Assim como os demais ecossistemas costeiros, o manguezal tem enfrentado excessiva exploração por parte das ações antrópicas, as quais destacam-se o desordenamento da ocupação urbana, rejeitos domésticos, industriais, portuários, assim como desmatamentos, aterros e exploração dos recursos pesqueiros desse ambiente (CASTRO et al., 2008).

Pelo menos dois terços da população mundial dependem do manguezal para sua subsistência e esse fato está intimamente associado com a captura de *U. cordatus* no Brasil (ALVES; NISHIDA, 2002; TIENGO, 2017; ICMBIO, 2018; GASPARINETTI et 13 al., 2018). Embora sua exploração tenha maior afinidade com a qualidade e extensão do manguezal (ICMBIO, 2016), um dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esse ambiente é a filtração biológica e a autorregulação do sistema costeiro. No entanto, a retenção no sedimento dos poluentes e impurezas proveniente da água contaminada compromete a qualidade de vida das espécies que vivem nesses ecossistemas que somadas a superexploração são os principais causadores de declínio de populações pesqueiras (SOUZA et al., 2018).

Dos organismos que vivem nesse ecossistema, os crustáceos são os mais abundantes (ICMBIO, 2018). Dentre esses, destaca-se *U. cordatus*, que é a espécie mais explorada para consumo humano entre os crustáceos (CASTRO et al., 2008). Os aspectos mais conhecidos da biologia dessa espécie são que vivem em galerias durante toda a preamar, retirando-se apenas durante a baixa mar, em que sai principalmente em busca de alimentos (FERNANDES; CARVALHO, 2007) e trata-se de uma espécie semiterrestre que escava galerias de até dois metros, de hábitos noturnos (PINHEIRO; FISCARELLI, 2001; SCHMIDT et al., 2008).

De acordo com Diele (2000), o tempo de reprodução dessa espécie é inversamente proporcional a latitude, o que torna esse período mais longo na parte superior do Brasil. Além disso, faz apenas uma muda por ano e, por isso, a sua taxa de crescimento é relativamente lenta. Essa espécie atinge uma vida útil de pelo menos 10 anos, apresenta baixa fecundidade e mesmo que os juvenis tenham baixos níveis de mortalidade, os demais fatores contribuem para alta vulnerabilidade exploratória (DIELE, 2000; PINHEIRO et al., 2005; DIELE e KOCH, 2010).

Devido a importância ecológica, econômica e social dessa espécie, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) criou diversas diretrizes para assegurar a conservação de *U. cordatus*, como a inclusão na lista de espécies ameaçadas de superexploração no ano de 2004 (MMA, 2004). Em vista disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define períodos de defeso para garantir que a espécie se reproduzisse efetivamente (BRASIL, 2020). A última portaria trata-se da SAP/MAPA nº325, de 30 de dezembro de 2020 para os anos de 2021 a 2024, que proíbe a captura e comercialização para alguns dias do mês de janeiro, fevereiro e março para todos os estados do Nordeste, Amapá e Pará.

No entanto, para o estado do Maranhão, de acordo com os estudos de Sousa (2017), *U. cordatus* se reproduz entre novembro e maio, correspondendo a um período de reprodução superior ao que foi instituído como período de defeso do MAPA (BRASIL, 2020), o que permite captura e comercialização ainda em períodos de reprodução. A exploração inadequada desse recurso também pode estar ocorrendo em outras regiões do Brasil, justificando a inclusão da espécie na lista das espécies quase ameaçadas de extinção do ICMBIO em 2016 (ICMBIO, 2016).

Estudos de bioecologia dessa espécie podem apresentar resultados que afirmem a importância de estender o período de defeso, que já vem sendo discutido em estudos de reprodução da espécie. Resultados que apontam para pressão pesqueira demonstra a necessidade de planejamento e manejo na captura, como é o caso dos estudos de Araújo e

Calado (2008) e Góes et al. (2010). Já resultados em que a população se apresenta com característica dentro dos padrões normais para a espécie, apontam para boa conduta de exploração, como é o caso dos resultados dos estudos de Reis (2019) e Amaral et al. (2014). Os estudos de bioecologia de *U. cordatus* são pouco numéricos para o Brasil. Dentre os existentes, boa parte se concentra no nordeste (CASTRO, 1986; CASTRO et al., 2008; LIMA et al., 2010 para o estado do Maranhão, IVO et al., 1999 para o estado do Piauí, ALCANTARA-FILHO, 1978 para o estado do Ceará, VASCONCELOS et al., 1999 para o estado do Rio Grande do Norte, BOTELHO et al., 1999 para o estado do Pernambuco, ARAUJO e CALADO 2008 para o estado do Alagoas, NASCIMENTO e COSTA, 1985 para o estado do Sergipe), seguido pela região sul (BRANCO, 1990; BRANCO, 1993; ALMEIDA e MELLO, 1996 e WUNDERLICH et al., 2008 para o estado de Santa Catarina), norte (FERNANDES e CARVALHO, 2007; AMARAL et al., 2014 para o estado do Amapá, DIELE et al., 2005; REIS, 2019 para o estado do Pará) e sudeste (GOES et al., 2010 para o estado do Espírito Santo, CHRISTOFOLLETTI, 2005 para o estado de São Paulo).

A bioecologia leva em consideração vários aspectos, como densidade populacional, abundância, proporção sexual, dispersão, produtividade, biometria, entre outros. Nos trabalhos de bioecologia de *U. cordatus* realizados no Brasil, foi possível observar que todos levam em consideração a averiguação da biometria e aspectos morfométricos. Esses parâmetros em estudos de bioecologia são essenciais, visto que, as características corpóreas fora dos padrões da espécie, já registrados na literatura, podem apontar para consequências ecológicas e evolutivas (RUFINO et al., 2004)

Tendo em vista a importância e efetividade dos estudos de bioecologia para a conservação de *U. cordatus*, bem como a falta de uma série histórica dessas pesquisas, torna-se relevante a realização de abordagens voltadas, principalmente, para as 15 populações de caranguejos em áreas em que a pesca e os fatores antrópicos são intensos, como é o caso do Golfão Maranhense.

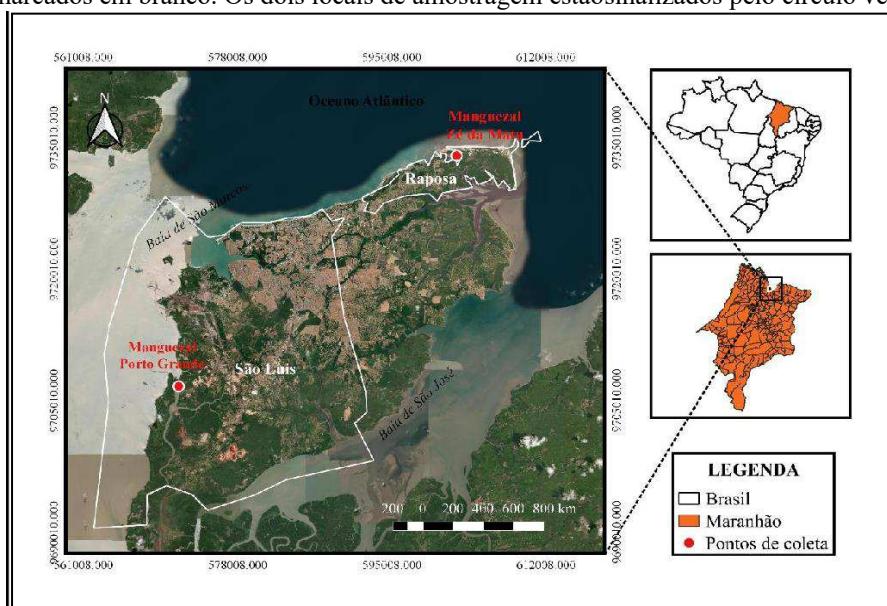
4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em duas áreas de manguezal com diferentes níveis de impactos antrópicos na região do Golfão Maranhense. A primeira área é o Manguezal do Zé da Mata ($02^{\circ}25'22''$ S e $44^{\circ}05'21''$ W) localizado no município de Raposa, considerado como ponto “menos impactado” por haver menor nível de impacto antrópico. O segundo é o Manguezal de Porto Grande ($02^{\circ}45'77''$ S e $44^{\circ}21'28''$ W), considerado “impactado”, localizado no município

de São Luís (ponto amostral entre o Porto do Itaqui e MineradoraAlumar) onde há maiores níveis de impactos antrópicos (Figura 1).

O Golfão Maranhense está localizado no extremo norte do Estado do Maranhão e é composto pelas baías de São Marcos e São José, que são separadas pela Ilha do Maranhão. O Golfão Maranhense está inserido no contexto das zonas tropicais úmidas, cujos limites territoriais estão no oceano atlântico ao norte, Baía de São José ao sul, estreito dos mosquitos ao leste e Baía de São Marcos a oeste.

Figura 1. Região central do litoral maranhense correspondente ao Golfão Maranhense com o município de Raposa e São Luís demarcados em branco. Os dois locais de amostragem estão sinalizados pelo círculo vermelho.



Fonte: Próprio Autor

As coletas foram categorizadas conforme as estações, que no Maranhão são divididas em dois períodos sazonais: seco e chuvoso. O período seco é considerado como de menor pluviosidade e o chuvoso em que há maior ocorrência de chuvas (www.cptec.inpe.br/). Sendo assim, nesse estudo as coletas realizadas entre setembro e novembro de 2020 foram consideradas como período seco e as coletas realizadas entre fevereiro a dezembro de 2021, como período chuvoso.

No manguezal do Zé da Mata foram coletados dados nos meses de setembro, outubro e novembro de 2020 e em abril, maio e dezembro de 2021. Já no manguezal de Porto Grande foram coletados dados nos meses de setembro, outubro e novembro de 2020 e em fevereiro, abril e dezembro de 2021.

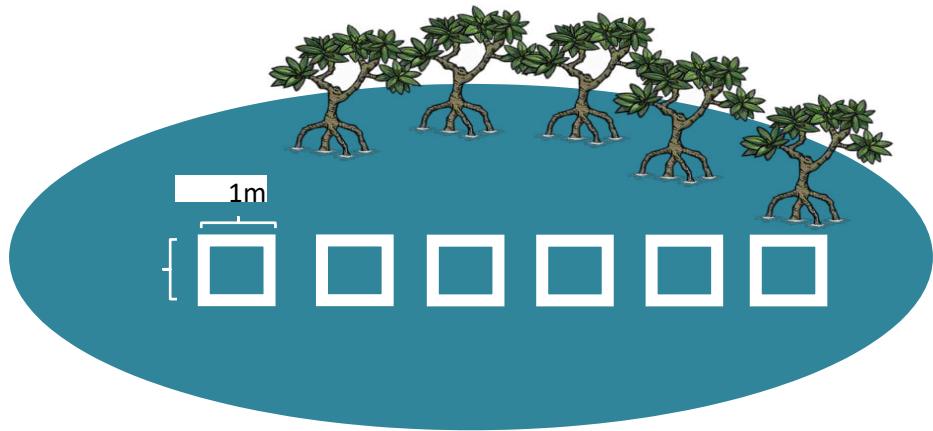
Os caranguejos foram capturados por um catador profissional através da técnica de braceamento com esforço amostral de uma hora em cada área, guardados em sacos plástico, acondicionados em caixas de isopor com gelo e depositados no Laboratório de Pesca e Ecologia

Aquática da Universidade Estadual do Maranhão. Os espécimes foram mantidos congelados até o momento de análise.

No momento de análise, os caranguejos foram numerados e separados por sexo. Posteriormente, as medidas biométricas de largura da carapaça e comprimento da carapaça foram aferidas com um paquímetro digital de precisão de 0,01mm. O peso foi aferido em balança eletrônica de precisão de 0,01g. Todos os dados foram tabulados em planilhas do Excel para posteriores análises estatísticas.

A densidade populacional foi averiguada através da contagem de números de galerias (AMARAL et al., 2014, adaptado), visto que a espécie estudada apresenta hábitos territorialistas, onde cada toca corresponde a um único caranguejo (morador). Essa amostragem foi realizada somente em cinco meses para cada área amostral (Zé da Mata: setembro, outubro, novembro, abril e maio; Porto Grande: setembro, outubro, novembro, fevereiro e abril), em que delimitava-se um transecto com 6 quadrantes que possuíam dimensão de 1m² e distância entre si de 5 metros, sendo o primeiro quadrante a 10m da margem do manguezal (Figura 2).

Figura 2: Esquema da amostragem de Densidade Populacional de *Ucides cordatus*, evidenciando um transecto com 6 quadrantes



Fonte: Próprio Autor.

Além disso, amostras de sedimento foram coletadas em frascos esterilizados nas duas áreas de manguezais (seguindo a norma ABNT NBR ISO-IEC 17025:2017 – CRL 0961) para análise por digestão ácida em forno micro-ondas de metais pesados, como o cádmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), zinco (Zn), arsênio (As) e níquel (Ni) e análise de presença de Fósforo e Nitrogênio Total utilizando o método 3051/2007 da U.S. EPA. Assoluções digeridas foram filtradas e analisadas por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-IOS Optima 8300 - Perkin Elmer) para análise do conteúdo.

Para responder se as características ambientais de áreas impactadas por atividades

portuárias afetam negativamente a densidade populacional da espécie foi feita uma regressão múltipla. As variáveis ambientais foram pré-selecionadas para evitar inflação das análises e, consequentemente, erros do tipo I. As análises foram realizadas através da função *lm* do pacote stats, no software R (R Development Core Team, 2016).

Para responder se há diferenças nas medidas biométricas de peso total, comprimento e largura da carapaça entre as áreas de diferentes níveis de impactos antrópicos, foi utilizado o teste t de Student, com nível de significância de $p < 0,05$. Nos casos em que os pressupostos de normalidade e homocedasticidade não foram atendidos, utilizamos o teste t para variâncias separadas. As análises foram realizadas através da função *t.test* do pacote stats, no software R.

O potencial extrativista imediato (PEI) e futuro (PEF) foram verificados com base na metodologia adaptada de Wunderlich; Pinheiro. Rodrigues (2008), onde foram avaliados com base na Largura da Carapaça (LC mm) sendo o PEI: LC =/ $>$ 60mm e o PEF: LC =/ $<$ 60mm. O parâmetro da largura da carapaça usado nesse estudo está baseado no tamanho mínimo de captura estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2003).

Para a análise do tamanho da primeira maturação (L₅₀) (FONTELES-FILHO, 1989), que corresponde a largura de carapaça em que pelo menos 50% dos exemplares são adultos e estão aptos a se reproduzir, os estádios maturacionais foram agrupados em imaturos (estádio IM) e em maduros (estádios EM + M + ES). O percentual de adultos por classe de comprimento foi calculado e considerado como variável dependente (Y) e o comprimento total como variável independente (X). Posteriormente, estes valores foram ajustados a uma curva logística, segundo a fórmula abaixo:

$$P = 1/(1 + \exp [-r(LT - L_{50})]), \text{ onde:}$$

P = proporção de indivíduos maduros
r = declive da curva

LT = Comprimento total

L₅₀ = comprimento médio de maturidade sexual.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sedimento do manguezal

Com relação aos metais analisados da amostra de sedimento (Tabela 2), com exceção do alumínio que não possui valores de referência, esses atendem aos padrões estabelecidos pela legislação vigente da Resolução CONAMA N°45, de 1 de novembro de 2012 (BRASIL. 2021). Comparando os dois manguezais estudados, observou-se que Chumbo,

Alumínio, Cobre, Cromo, Zinco, Níquel, Fósforo e Nitrogênio foram consideravelmente maiores em Porto Grande.

Tabela 2. Valores de elementos químicos presentes no sedimento do manguezal do Zé da Mata e Porto Grande.

Ensaios	Resultado		Resolução CONAMA 454 – Salina/Salobra – Nível 1
	Zé da Mata	Porto Grande	
Chumbo	3,1 mg/kg	4,4 mg/kg	Máx. 46,7 mg/kg
Alumínio Dissolvido	7,57 mg/kg	838,86 mg/kg	-
Mercúrio	< 0,0000002 mg/kg	< 0,0000002 mg/kg	Máx. 0,03 mg/kg
Cádmio	< 0,000001 mg/kg	0,001 mg/kg	Máx. 1,2 mg/kg
Cobre	4,2 mg/kg	7,8 mg/kg	Máx. 34,0 mg/kg
Cromo	13,7 mg/kg	25,5 mg/kg	Máx. 81,0 mg/kg
Zinco	17,9 mg/kg	27,4 mg/kg	Máx. 150,0 mg/kg
Arsênio	< 0,01 mg/kg	< 0,01 mg/kg	Máx. 19,0 mg/kg
Níquel	4,5 mg/kg	12,3 mg/kg	Máx. 20,9 mg/kg
Fósforo	194,5 mg/kg	475,1 mg/kg	-
Nitrogênio Total	33,00 mg/kg	45 mg/kg	-

Fonte: Próprio Autor

Ao comparar os metais chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, cromo, zinco, arsênio e níquel com a resolução CONAMA Nº45, de 1 de novembro de 2012, percebe-se que não há indicativos de possíveis efeitos a comunidade biológica. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Barros *et al.* (2021) em Alagoas e valores muito elevados de chumbo no estudo de Cajueiro *et al.* (2021) na Bahia. Dentre os minerais presentes no solo, o chumbo tem maior afinidade com a argila e por isso está associado a camada mais superficial do sedimento de manguezais (CAJUEIRO *et al.*, 2021). No entanto, o pH com valores acima de 6,0 favorece a precipitação do chumbo com outros elementos químicos, tornando-o indisponível (OLIVEIRA, 2017; CONCEIÇÃO *et al.*, 2015; KABATA- PENDIAS, 2001).

Em estudo sobre as formas de alumínio do solo, Martins (2016) aponta que o alumínio presente no sedimento só é prejudicial para o desenvolvimento vegetal em ambientes com pH ácido (MARTINS, 2016), que não é o caso do presente estudo. Com relação ao fósforo, sua alta concentração possui fortes relações com atividades antrópicas dos tipos, lançamento de esgoto doméstico, efluentes industriais e resíduos de fertilizantes (ARAÚJO-JUNIOR, 2021) como corroborado por esse estudo.

5.2 Medidas morfométricas

Durante o período de estudo, foram analisados 350 exemplares de *U. cordatus*, nos dois manguezais avaliados. As variáveis biométricas mensuradas estão dispostas na tabela 3. As amostras submetidas ao teste t demonstraram que há diferença significativa entre as médias

de LC (mm), CC (mm) e Peso (g) dos caranguejos das duas áreas estudadas ($p<0,05$).

Tabela 3. Médias das variáveis bióticas de *U. cordatus* dos manguezais Zé da Mata e Porto Grande das coletas realizadas entre setembro de 2020 a maio de 2021. **LC:** Largura da Carapaça;**CC:** Comprimento da Carapaça; **PT:** Peso Total; **mm:** milímetro; **g:** grama. (* - diferiram estatisticamente $p<0,05$).

	Zé da Mata				Porto Grande			
	N = 161				N = 189			
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
LC (mm)	34,60	82,34	63,73*	± 8,25	47,00	79,51	67,31*	±6,42
CC (mm)	24,48	59,31	47,15*	±5,92	24,00	63,39	49,02*	±5,14
PT (g)	20,59	210,53	116,63*	±39,72	36,38	191,57	127,23*	±31,82

Fonte: Próprio Autor

Os caranguejos amostrados em Porto Grande são maiores e mais pesados que os do manguezal Zé da Mata, esse padrão remete a duas principais percepções, a alta pressão pesqueira para Zé da Mata e devido a acumulo de Fósforo e Nitrogênio no sedimento de Porto Grande, que contribui para maior aporte vegetal, que por sua vez constitui a principal fonte alimentar de *U. cordatus*. Por possuir reduzida taxa de crescimento, *U. cordatus* atinge seu tamanho comercial (LC=60mm) por volta de 7 a 8 anos (PINHEIRO *et al.*, 2005; PINHEIRO & FISCARELLI, 2001). Esse é um indicador de redução da população desses caranguejos em casos de superexploração, trazendo danos econômicos e de subsistência para as comunidades ribeirinhas da costa brasileira e ao ambiente natural, destacando assim, a importância da avaliação dos estoques dessa espécie (PINHEIRO *et al.*, 2018). Além disso, Christofolletti (2005) afirma que a disponibilidade de alimento é o principal fator que causa diferenças no tamanho e peso que as espécies podem alcançar, porque quanto mais disponível for o recurso, mais rápido é o crescimento do caranguejo.

5.3 Potencial extrativo

Os exemplares machos de *U. cordatus* capturados com largura de carapaça inferior a 60mm variaram de 08 a 19 caranguejos, apresentando Potencial Extrativista Futuro (PEF) entre 4,23 a 13,10% nos manguezais estudados (Tabela 4). Sendo o Potencial Extrativo Imediato (PEI) de Porto Grande (95,77%) superior ao do manguezal Zé da Mata (89,90%).

Tabela 4. Potencial extrativo imediato e futuro do caranguejo *Ucides cordatus* com base na largura da carapaça (LC mm) nos manguezais Zé da Mata e Porto Grande.

Manguezal	Largura da Carapaça			Potencial extrativo (%)	
	LC =/< 60mm	LC => 60mm	Total	Imediato	Futuro
Zé da Mata	19	126	145	89,90	13,10
Porto Grande	08	181	189	95,77	4,23
Geral	27	307	334	43,41	56,59

Fonte: Próprio Autor

Os maiores valores de potencial extrativo imediato (PEI) refletem melhores condições ambientais, enquanto que a diminuição de PEI apontam para a alta pressão pesqueira (GONÇALVES *et al.*, 2022). No entanto, esse valor superior no manguezal de Porto Grande não significa que esse ambiente tenha melhores condições ambientais, uma vez que os valores de metais no sedimento são superiores ao manguezal do Zé da Mata, ainda que estejam de acordo com a legislação. Esses fatores apontam que a superexploração pode ser ainda mais nociva que a poluição ambiental para algumas populações de organismos aquáticos, que com o tempo conseguiram se adaptar e continuar a se estabelecerem em ambientes eutrofizados.

No geral, os valores de PEI desse estudo são superiores aos de manguezais recentemente amostrados da região Sudeste (PINHEIRO *et al.*, 2018; BROMENSCHENKEL; TOGNELA, 2020) do país, uma vez que fatores intrínsecos ambientais, tais como efeito latitudinal e a influência da temperatura (WUNDERLICH *et al.*, 2008; GOMES, 2012) favorece o melhor desenvolvimento das espécies de crustáceos nas regiões norte e nordeste.

5.4 Densidade populacional

A estimativa da densidade populacional do caranguejo-uçá, com base nas galerias amostradas numericamente por meses e médias mensais e gerais estão dispostas na tabela 5, com suas respectivas áreas de manguezais. Com relação aos meses houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de densidade para os meses de amostragem ($F(1,54) = 3,2629$; $p = 0,01202$). O pós-teste de Tukey indica que apenas os meses de outubro de 2020 e abril de 2021 foram distintos, sendo a maior média em outubro ($p = 0,008319$). Para os demais meses, não há diferença significativa entre as médias de densidade.

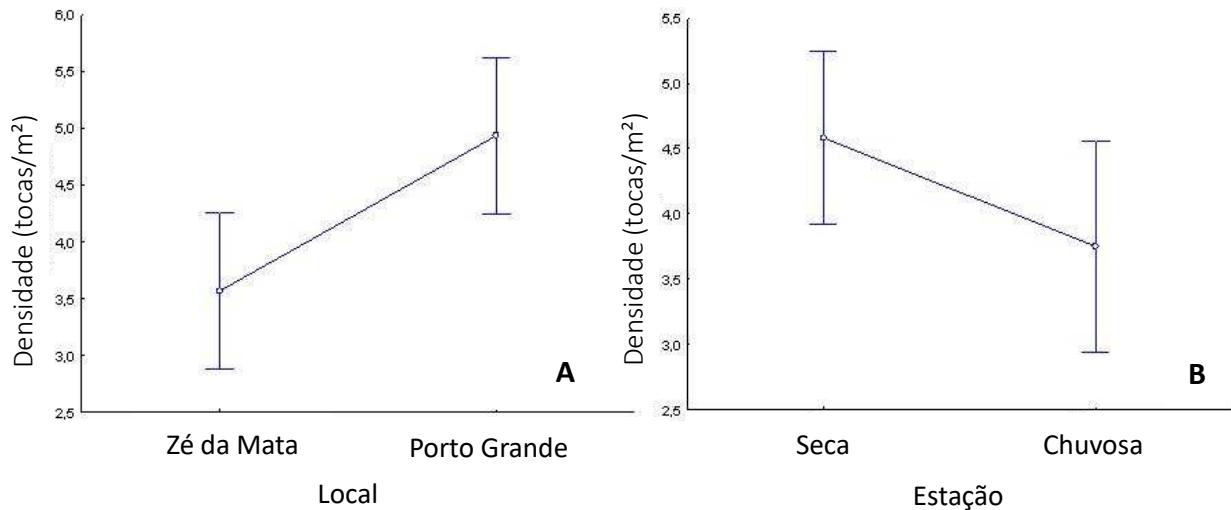
O valor de p registrou diferenças estatisticamente significativas entre as médias de densidade e entre os locais de coleta ($F(1, 58) = 7,8412$; $p = 0,00693$) (Figura 3), sendo a maior média no manguezal de Porto Grande, que apresentou média de $4,93 \pm 2,13$ tocas/m² (variando de 1 a 12 tocas/m²), enquanto que o manguezal Zé da Mata obteve média de $3,57 \pm 1,61$ tocas/m² (variando de 1 a 7 tocas/m²) (Figura 3A). Em comparação com a estação, o período de estiagem registrou média de densidade de $4,58 \pm 0,33$ tocas/m² (variando de 1 a 12 tocas/m²). Já o período chuvoso obteve média de $3,75 \pm 0,40$ tocas/m² (variando de 1 a 7 tocas/m²). Para o cálculo estatístico, não houve diferença significativa entre as médias das estações ($F(1, 58) = 2,5749$; $p = 0,11400$) (Figura 3B).

Tabela 5. Densidade populacional de *U. cordatus* aferida entre setembro de 2020 a maio de 2021, nos manguezais Zé da Mata e Porto Grande. *G/m²: galeria por metro quadrado.

Manguezais	Distância da Margem	Galerias/m ²				
		Set.	Out.	Nov	Abr	Mai
Zé da Mata	5 m	6	7	5	4	5
	10 m	3	2	4	2	3
	15 m	1	4	5	3	4
	20 m	1	4	5	1	2
	25 m	3	2	4	2	3
	30 m	4	7	5	3	3
	Média G/m ²	3,0	4,33	4,67	2,5	3,33
Porto Grande	Média G/m ²	3,0	4,33	4,67	2,5	3,33
	5 m	2	8	1	4	3
	10 m	4	7	3	4	4
	15 m	5	7	3	5	4
	20 m	3	6	4	5	3
	25 m	7	12	5	7	5
	30 m	7	4	5	6	5

Fonte: Próprio Autor

Figura 3: Resumo estatístico das médias de densidade (tocas/m²) coletadas entre setembro de 2020 a maio de 2021, entre os manguezais Zé da Mata e Porto Grande houve diferença estatística (3A); e entre as estações seca e chuvosa não houve diferença estatística (3B).



Fonte: Próprio Autor

A estimativa da densidade populacional por contagem de galerias é um método eficiente para a averiguação desse parâmetro bioecológico em branquiúros semiterrestres, pois

apresentam hábitos territorialistas, uma vez que cada galeria é ocupada por apenas um indivíduo (HATTORI, 2006; WUNDERLICH *et al.*, 2008; BRANCO, 1993). E tem sido utilizada precisamente em diversos estudos com *U. cordatus* (WUNDERLICH *et al.*, 2008; PIOU *et al.*, 2009, FIRMO *et al.*, 2011; SANDRINI-NETO E LANA 2012).

De modo geral, a somatória das duas áreas amostradas nesse estudo corresponde a densidade média de 4,17 G/m², semelhante ao que foi encontrado por Castro *et al.* (2008) (5,58 G/m²) e superior ao de Lima *et al.* (2010) (3,0 G/m²) em seus estudos de bioecologia de *U. cordatus*, também realizados no Maranhão. Esse índice também foi superior na maioria dos estudos de outras regiões do país, cuja densidade média foi de 1,26G/m² para o estado do Rio Grande do Norte (AMARAL *et al.*, 2014), 1,7G/m² para a Paraíba (ALVES & NISHIDA, 2004), para o estado do Pará os valores de densidade foram de 1,65 G/m² (DIELE, 2000), 1,87G/m² (MAIA *et al.*, 2016), 2,3G/m² (MELO, 2010) e 6,0 G/m² (ALMEIDA & MELO, 1996), para o Amapá foi de 4,95G/m² (FERNANDES & CARVALHO, 2007) e 1,09 G/m² (AMARAL *et al.*, 2014), para Santa Catarina foi de 1,11G/m² (BRANCO, 1993) e 2,05G/m² (WUNDERLICH *et al.*, 2008), para São Paulo foi de 3,9G/m² (HATTORI, 2006) e para o Espírito Santo foi de 3,7G/m²(GÓES *et al.*, 2010).

É evidente que a densidade de *U. cordatus* é decrescente em decorrência de manguezais degradados (DUARTE *et al.*, 2014), regiões com maior pressão pesqueira (PINHEIRO; FISCARELI, 2001) e até mesmo decorrente das particularidades do ambiente, como o tipo de floresta de mangue e grau de inundação (CONTI; NALESSO, 2010).

Nesse sentido, os valores de densidade dos caranguejos superiores no manguezal de Porto Grande podem ser correlacionados a diversos fatores: embora seja mais próximo da comunidade, o acesso ao manguezal de Porto Grande é mais difícil se comparado ao do manguezal Zé da Mata, pois é realizado através de pequenas embarcações (canoa a remo); na comunidade existe reduzido números de catadores, em que a cata do caranguejoé basicamente de subsistência; a captura de caranguejos para fins comerciais é predominantemente realizada por embarcações provenientes de outros locais, mas ainda assim com número reduzido; além disso, durante as campanhas de coletas de dados, não se observou a presença de aves Guarás (*Eudocimus ruber*, Linnaeus, 1758), principal predadora de *U. cordatus*.

Para o manguezal Zé da Mata, mesmo sendo o ambiente de menor contaminação por metais, acredita-se que os valores de densidade populacionais inferiores estejam ligados principalmente a quatro fatores: mesmo que o manguezal seja longe da comunidade, está situado dentro de um dos maiores polos pesqueiros do estado (COSTA, 2012), possuindo

grandes números de embarcações motorizadas (a mais comum: biana) e barcos de passeios; os catadores da região relatam que o período de reprodução da espécie não é respeitado, ocorrendo capturas da espécie durante a andada, tanto pela comunidade local, como por visitantes, que se aproveitam da facilidade do período reprodutivo para capturar os caranguejos; o grau de inundação dessa área também é maior que a de Porto Grande, devido sua localização geográfica, mais próxima a zona costeira; e em todas as coletas de dados foi possível observar a presença de aves da espécie *E. ruber*. Wolff *et al.* (2000) registraram que predadores de *U. cordatus* interferem em sua abundância e densidade.

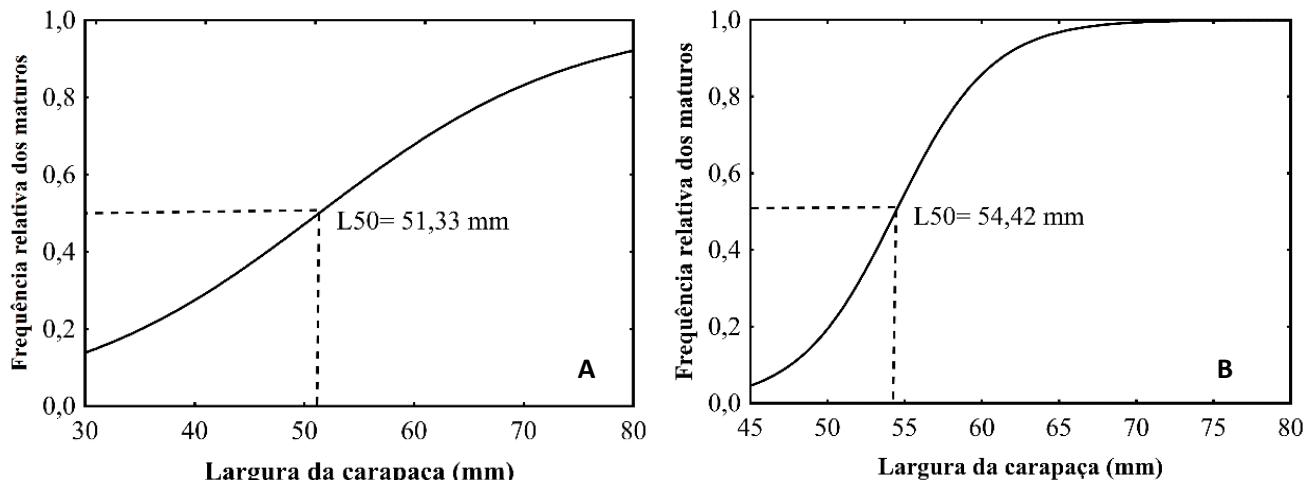
Em manguezais de pesca não proeminente, normalmente as densidades populacionais são maiores (PINHEIRO *et al.*, 2018) do que em relação a manguezais que possuem atividade pesqueira intensa (ALVES & NISHIDA, 2003; GLASER & DIELE, 2004; PASSOS & DI BENEDITTO, 2005; SOUTO, 2007; FIRMO *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2016), o que demonstra que a sobrepeca consegue ser ainda mais invasiva que os demais fatores antrópicos.

No presente trabalho, os dados mostram que a atividade de exploração pesqueira pode gerar grande impacto para a população de *U. cordatus* no estado do Maranhão, uma vez que o manguezal Zé da Mata está situado em um município de grande atividade extrativista pesqueira. Maia *et al.* (2016) apontaram que diferenças na densidade entre populações podem ser justificadas pelas diferentes intensidades de exploração entre essas áreas, ainda assim, é importante salientar que outros fatores como níveis de degradação e fatores ambientais também podem influenciar na densidade populacional mesmo que em proporções menores que a atividade pesqueira. Porém, mesmo que o manguezal do Zé da Mata tenha maiores índices de sobrepeca do que o manguezal de Porto Grande, sua densidade populacional ainda é um dos maiores do Brasil, se comparado com os estudos já citados anteriormente.

5.5 Tamanho de primeira maturidade sexual

O tamanho em que pelo menos 50% da população está apta a reproduzir foi de 51,33mm para o manguezal de Zé da Mata e 54,42mm para o manguezal de Porto Grande. O gráfico de Tamanho de Primeira Maturação gonadal pode ser observado na Figura 4.

Figura 4. Tamanho de primeira maturação gonadal da espécie *U. cordatus* coletadas entre setembro de 2020 a maio de 2021 nos manguezais. Zé da Mata (**A**) e Porto Grande (**B**).



Fonte: Próprio Autor

Nos caranguejos branquiúros, a idade reprodutiva é mensurada pela largura da carapaça, sendo esse valor atribuído à maturidade morfológica que sofre variação de acordo com a localidade (PINHEIRO; HATTORI, 2006; AZEVEDO, 2017). Em estudos de maturidade morfológica de *U. cordatus* realizados em manguezais de todo o Brasil o tamanho de primeira maturidade foi de 59,6 mm no estado do Rio Grande do Norte (AZEVEDO, 2017), 37,3 e 38 mm em Pernambuco (CASTIGLIONI & COELHO, 2011), 56mm no Ceará (LEITE *et al.*, 2006), 59mm em São Paulo (PINHEIRO & HARTTORI, 2006) e 44 mm no Paraná (DOLABONA *et al.*, 2005).

Todos os valores de largura da carapaça em que a espécie *U. cordatus* atinge a maturidade morfológica reprodutiva dos estudos citados e do presente estudo estão abaixo do tamanho mínimo de captura instituído pelo IBAMA (60mm) (MOTA, 2005), o que significa que essas populações de caranguejos estão tendo a oportunidade de reproduzir pelo menos uma vez antes da comercialização, que é exatamente o que se espera para que não haja o colapso desse recurso pesqueiro.

6 CONCLUSÃO

Os dados dos valores abióticos e da análise de metais no sedimento demonstraram que o ambiente com maior nível de impacto antrópico por poluição é o manguezal de Porto Grande. Embora o manguezal Zé da Mata tivesse melhores condições abióticas para o desenvolvimento da população de *U. cordatus*, é em Porto Grande que esses organismos se apresentaram maiores e mais pesados.

Além disso, as análises de potencial extrativo, densidade populacional e curva de

maturidade sexual tiveram melhores resultados em Porto Grande, o que aponta para a importância do manejo adequado frente a pressão pesqueira no manguezal do Zé da Mata,visto que está inserido em um grande polo pesqueiro. Portanto, para que se mantenha esses números, é desejável que os órgãos competentes realizem fiscalização e orientação para a comunidade de Raposa, principalmente sobre o período de defeso de *U. cordatus*,visto que se trata de um município com forte atividade pesqueira.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA-FILHO, P. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do Caranguejouçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v.18, p.1-41, 1978.
- ALMEIDA, L. F.; MELLO, C. F. Estudo preliminar da biologia e ecologia do caranguejouçá, *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Município de Curuçá (PA) – Uma contribuição ao manejo de recursos em áreas de manguezais. In **Anais da 3a Reunião da SBPC**. Ecossistemas Costeiros: do conhecimento à gestão, p 499. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência-SPBC, Florianópolis, SC, Brazil., 1996.
- ALVES R.R.N.; NISHIDA A.K. Aspectos socioeconômicos e formas de percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do Rio Mamanguape. **Interciencia**, v.28, p.36–43, 2003.
- ALVES, R. D. N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciencia**, v. 27, n. 3, p. 110– 117., 2002.
- ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. Population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda; Brachyura) in the estuary of the Mamanguape River, Northeast Brazil. **Tropical Oceanography**, v.32, p.23-37, 2004.
- AMARAL, K. D. S.; VIEIRA, I. M.; OSÓRIO, F. M.; ROCHA, J. D. M.; LIMA, J. F. Bioecology of the crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) in mangroves influenced by the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v.44, n.2, p.213-222, 2014.
- ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Impactos ambientais**, 2021. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/index.php/meioambiente/impactos-ambientais/>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- ARAUJO, M. S. L. C.; CALADO, T. C. S. Bioecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundáu/ Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v.8, n.2, p.169-181, 2008.
- ARAUJO-JÚNIOR, J. C. M. Variação temporal e sazonal do estado trófico do rio Maracaípe, litoral sul do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.9, n,1, p.051-064, 2021.
- AZEVEDO, D. V. D. **Estrutura populacional de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em um manguezal hipersalino no semiárido do nordeste brasileiro**. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Recife, 2017.
- BARROS, A. B.; AZEVEDO, J. A. M.; BASTOS, A. L.; NASCIMENTO, V. X. Characterization and bioavailability of metals in the mangrove of the Meirim River Mouth, Maceió – AL. **Brazilian Journal of Development**. V.7, n.2, p. 20133-20147, 2021. 29
- BOTELHO, E.B.O.; DIAS, A.F.; IVO, C.T.C. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado nos Estuários dos Rios Formoso (Rio

Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v.7, n.1, p.117- 145, 1999.

BRANCO, J. O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorupi, Santa Catarina, BR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.36, n.1, p. 133-148, 1993.

BRANCO, J.O. Aspectos ecológicos dos brachyura (Crustacea: Decapoda) no Manguezal do Itacorubi, SC - Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia.**, v.7, n.1-2, p.165-179, 1990.

BRASIL. **Decreto de 18 de Julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras previdências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de julho de 2000. Acesso em: 06 nov. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. . Acesso em: 20 fev. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

BRASIL. **Resolução CONAMA nº357 de 17 de Março de 2005**. Mínisterio do Meio Ambiente, MMA, 2005. Acesso em: 08 fev. 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº454, de 1º de Novembro de 2012**. Ministerio do Meio Ambiente, MMA, 2012. Acesso em: 08 fev. 2022 Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf.

BROMENSCHENKEL, V. C. S.; TOGNELLA, M. M. P. Population estimate and extractive potential of uçá crab in the post closed season: subsidies for management in a Conservation Unit of sustainable use. **Research, Society and Development**, v.9, n.12, 2020.

CAJUEIRO, V. S.; SANTOS, M. V. P.; BARRETO, T. Qualidade do manguezal de São Francisco do Conde – BA, com base em uma análise sedimentar e de fitoextração de chumbo. **Revista de Plantas Medicinais & Aromaterapia**, v.7, 2021.

CASTIGLIONI, D. S.; COELHO, P. A. Determinação da Maturidade Sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.101, n.1-2, p.138-144, 2011.

CASTRO, A. C. L. Aspectos Bio-Ecológicos do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiro, São Luís – MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v.7, p.7-26., 1986.

CASTRO, A.C.L.; CORREIA, M.L.F.; NASCIMENTO, A.R.; PIEDADE-JÚNIOR, R.N.; GAMA, L.R.M.; SOUSA, M.M.; SENA, A.C.S.; SOUSA, R.C.C. Aspectos bioecológicos do caranguejo uçá (*Ucides cordatus cordatus*, L. 1763) (Decapoda, Brachyura) nos manguezais da ilha de São Luís e litoral oriental do estado do Maranhão, Brasil. Amazônia: **Ciência e**

Desenvolvimento, v.3, n,6, p.17-36., 2008.

CASTRO, S.M.; ALMEIDA, J.R. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p.519-534, 2012.

CHRISTOFOLETTI, R. A. **Ecologia trófica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocipodidae) e o fluxo de nutrientes em bosques de mangue, na região de Iguape (SP)**. 127f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinária), Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2005.

CONCEIÇÃO, J. N.; SANTOS, J. A. G.; BOMFIM, M. R.; SANTOS, E. S.; ALMEIDA, M. C.; COSTA, O. V. Contaminação de solos de manguezais por chumbo antropogênicos na Bacia do Sabaé, Bahia, Brasil, In: **Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**, v.35, Anais SBCS, Natal, 2015.

CONTI, R. DE C.; NALESSO, R. C. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocipodidae) on the Piraquê-açu River estuary, Espírito Santo, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.58, n.2, p.81-92, 2010.

COSTA, G. A. S. **Análise do microzooplâncton durante uma atividade de dragagem portuária**. 297f. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CUNHA, I.A. **Política ambiental, negociação de conflitos e sustentabilidade**. E-book, Santos: Leopoldianum. 297p., 2008. Acesso em: 20 fev. 2022. Disponível em: <http://www.unisantos.br/edul/public/pdf/politicaambiental.pdf..>

DALABONA, G.; SILVA, J. L. Período reprodutivo de *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Brachyura, Ocipodidae) na Baía das Laranjeiras, sul do Brasil. **Acta Biologica Paranaense**. v.34, p.115-126, 2005.

DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Marinha Tropical) Universidade de Bremen, Alemanha, 2000.

DIELE, K.; KOCH, V. Growth and mortality of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in N-Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.395, p.171–180, 2010.

DIELE, K.; KOCH, V.; SAINT-PAUL, U. Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocipodidae) in the Caeté estuary, North Brazil: Indications for over fishing? **Aquatic Living Resources**, v.18, p.169-178, 2005.

DUARTE, L. F. A.; DURAN, R. S.; MENDONÇA, J. T.; PINHEIRO, M. A. A. Fishery of the Uçá Crab *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763) in a Mangrove Area in Cananéia, State of São Paulo, Brazil: Fishery Performance, Exploitation Patterns and Factors Affecting the Catches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.62, n.3, 2014.

FERNANDES, M. E. B.; CARVALHO, M. L. Bioecologia de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763

(Decapoda: Brachyura) na costa do Estado do Amapá. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v.20, p.15-22, 2007.

FIRMO, A. M. S.; TOGNELLA, M. M. P.; WALTER, L. O. C. O.; BARBOZA, R. R. D.; ALVES, R. R. N. Perceptions of environmental changes and lethargic crab disease among crab harvesters in a Brazilian coastal community. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.7, n.34, 2011.

FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos Pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional**. Imprensa Oficial do Ceará, 296p, 1989.

GASPARINETTI, P.; C. JERICÓ-DAMINELLO; S. E. SEEHUSEN & T. VILELA. Os valores dos serviços ecossistêmicos dos manguezais brasileiros, instrumentos econômicos para a sua conservação e o estudo de caso do Salgado Paraense. Brasil, **Caderno de trabalho**, 60p., 2018.

GLASER, M.; DIELE, K. Asymmetric outcomes: assessing central aspects of the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. **Ecological Economics**, v.49, p.361–373, 2004.

GOES, P.; BRANCO, J. O.; PINHEIRO, M. A. A.; BARBIERI, E.; COSTA, D.; FERNANDES, L. L. Bioecology of the uçá-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.52, n.2, p.153-163, 2010.

GOMES, C. P. **Interação de Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) com os manguezais da Ilha de Marajó: uma abordagem ecológica**. 114 f. Tese (Doutorado em Zoologia) Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

GONÇALVES, G. A. R.; ROLON, A. C. A.; COTTENS, K. F.; SANTOS, N. G.; CELLA, V. G. C.; METRI, C. B. Monitoramento do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*) no Lagamar Paranaense. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Biodiversidade Brasileira**, v.12, n.1, p.143-158, 2022.

HATTORI, G. Y. **Densidade populacional do caranguejo-uçá Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na região de Iguape (SP)**. 143 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista/UNESP, Jaboticabal, 2006.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Portaria nº 52, D.O.U de 30/09/2003., 2003**.

ICMBIO- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais do Brasil**, Brasília, 176p., 2018. 32 Acesso em: 10 jul. 2020. Disponível em file:///C:/Users/Suporte/Desktop/Caranguejo/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf.

ICMBIO- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2016. **Avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014**. Itajaí (SC): CEPSUL. Acesso em: 22 ago. 2020. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnico/s/pub_2016_avaliacao_crustaceos_2010_2014.pdf.

IVO, C. T. C.; DIAS, A. F.; MOTA, R. I. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado no delta do Rio Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v.7, p.53-84, 1999.

JESUS, W. B.; SOARES, S. H.; PINHEIRO-SOUSA, D. B.; ANDRADE, T. S. O. M.; OLIVEIRA, S. R. S.; SANTOS, F. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Biomarcadores enzimáticos e histológicos em brânquias de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae) indicativos de impactos ambientais em uma região portuária do nordeste do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.72, n.4, p.1413-1423, 2020.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. 3^a edição Boca Raton, Florida: CRC Press. 315p., 2001. LEGAT, J. F. A. Biologia, ecologia e pesca do caranguejo-úça. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF; MAPA. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República, 2006. Acesso em: 21 ago. 2020. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106193/1/Cartilha-caranguejoBiologia.pdf>.

LIMA, M. N. B.; MOCHEL, F. R.; CASTRO, A. C. L. Bioecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) na área de proteção ambiental das reentrâncias maranhenses, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v.23, n.1, 2010.

MAIA, C.; LIMA, M. C. P.; SILVA, M. M. T.; PAIVA, R. S. Densidade e Estrutura Populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) na Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua, Pará, Brasil. **Biota Amazônica**, v.5, n.2, p.86-92, 2016.

MAIA, C.; LIMA, M. C. P.; SILVA, M. M. T.; PAIVA, R. S. Densidade e Estrutura Populacional do Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) na Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua, Pará, Brasil. **Biota Amazônica**, v.6, n.2, p.86-92, 2016.

MARTINS, A. F. **Acidez e formas de alumínio do solo em Sistema integrado de produção de soja e bovinos de corte em semeadura direta no subtrópico brasileiro**. 170 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

MELO, E. S. **Estrutura populacional dos bosques de mangue e do Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) nos manguezais da reserva extrativista marinha de Tracuateua - Pará**. 91 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará, 2010.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro. Pleidade, São Paulo, Brazil**, 1996.

MMA-Ministério do Meio Ambiente. **Instuição Normativa MMA Nº05, de 21 de Maio de 2004**. Ministério de Meio Ambiente, 21 de Maio de 2004. Acesso em: 06 nov. 2021. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2004/in_mma_05_2004_especiesdeinvertebradosaquaticosepeixesameacadosdeextincoesobreexplotada_altrd_in_mma_52_2005.pdf.

MMA-Ministério do Meio Ambiente. **Instuição Normativa nº5 de 21 de maio de 2004**. Diário Oficial da União nº102 de Maio de 2004, Seção 1, p.136., 2004. Acesso em: 23 ago. 2020. Disponível em:

https://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/in_mma_005_04_179.pdf.

MOTA, R. I. **A Pesca de caranguejo-uçá nas regiões Norte e Nordeste.** In: OLIVEIRA, G. M. (Org.). Pesca e Aquicultura no Brasil, 1991-2000: produção e balança comercial. Brasília: IBAMA, p. 65-68., 2005.

NASCIMENTO, D. M.; ALVES, R. R. N.; BARBOZA, R. R. D.; SCHMIDT, A. J.; DIELE, K.; MOURÃO, J. S. Commercial relationships between intermediaries and harvesters of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in the Mamanguape River estuary, Brazil, and their socio-ecological implications. **Ecological Economics**, v. 131, p. 44-51. 2017.

NASCIMENTO, S. A.; COSTA, R. S. Estado bioecológico caranguejo-uçá - *Ucides cordatus* Linnaeus e do manguezal da Ilha do Paiva - São Cristóvão - Estado de Sergipe - Brasil. **Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro**. Univ. Fed. Ceará, Lab. Cidn. Mar. Fortaleza, 1: 313-324, 1985

OLIVEIRA, S. A. **Comportamento do chumbo em um solo típico de uma área de destruição de munição.** 126f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

PASSOS, C. A.; DI BENEDITTO, A. P. Aspectos da captura comercial do caranguejouçá, *Ucides cordatus* (L., 1763), no manguezal de Gargauá, RJ. **Biotemas**, v.18, p.223– 231, 2005.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. UNESP/CEPSUL/IBAMA, 2001.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G.; HATTORI, G. Y. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Journal of Crustacean Biology**, v.25, n.2, p. 293-301, 2005.

PINHEIRO, M. A. A.; HATTORI, G. Y. Relative Growth of the Mangrove Crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.49, n.5, p.813-823, 2006.

PINHEIRO, M. A. A.; SANTOS, L. C. M.; SOUZA, C. A.; JOÃO, M. C. A.; DIASNETO, J.; IVO, C. T. C. **Avaliação do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ucididae).** Cap. 33: p. 441-458. In: Pinheiro, M. e Boos, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p., 2016.

PINHEIRO, M. A. A.; SOUZA, M.; SANTOS, L. C. M.; FONTES, R. F. C. Density, abundance and extractive potential of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae): subsidies for fishery management. **Anuais da Acadêmia Brasileira de Ciências**, v.90, n.2, p.1381-1935, 2018.

PIOU, C.; BERGER, U.; DIELE, K. **Simulating *Ucides cordatus* Population Recovery on Fished Grounds. Mangroverry Dinamics and Management in North Brazil**, pp.299- 303, 2009.

PIRATOBA, A. R, A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G.

Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n.3, 2017.

REIS, W. C. **Aspectos bioecológicos da espécie Ucides cordatus (Linnaeus, 1763), capturada no Município de Colares, Pará, Brasil.** 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal Rural da Amazônia, Manaus, 2019.

RUFINO, M.; ABELLO, P.; YULE, A. B. Male and female carapace shape differences in Liocarcinus depurator (Decapoda, Brachyura): an application of geometric morphometric analysis to crustaceans. **Italian Journal of Zoology**, v. 71, n. 1, p. 79– 83, 2004.

SCHIMIDT, A. J.; THELL, C. M. I.; GALLI, O. B. S. Estudos preliminares sobre efeitos de uma mortalidade em massa em uma população de Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) em Caravelas (BahiaBrasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 16, n.1, p.43-49, 2008.

SOUSA, D. B. **Biologia Reprodutiva do Caranguejo *Ucides cordatus* Linnaeus 1763 em manguezais da Região Nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017. Acesso em: 21 ago. 2020. Disponível em: <http://www.ppgrap.uema.br/wpcontent/uploads/2018/11/Dissertação-Daniele-Borges.pdf>.

SOUSA, L. K. S. **Efeitos da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário de São Luis, Maranhão.** 81 f. Dssertação (Mestrado em Oceanografia) Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

SOUTO, F. J. B. Uma abordagem etnoecológica da pesca do caranguejo, *Ucides cordatus*, Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura), no manguezal do Distrito de Acupe (Santo Amaro-BA). **Biotemas**, v.20, p.69–80, 2007. 35

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. **Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica**, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M. A. A. & Talamoni, A. C. B. (Org.). Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p. 2018.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World Atlas of Mangroves.** London, 319p., 2010.

TIENGO, R. P. **Manguezais sob uma perspectiva social e econômica: percepção ambiental dos serviços ecossistêmicos presentes na Ilha das Caieiras, Vitória, ES.** 67 f. Monografia (Graduação em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

VASCONCELOS, E. M. S.; VASCONCELOS, J. A.; IVO, C. T. C. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado no estuário do Rio Curimatau (Canguaretama) no estado do Rio Grande no Norte. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v.7, p.85-116, 1999.

WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V. A trophic flow model of the Caete' mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v.50, p.1 –15, 2000.

WUNDERLICH, A. C.; PINHEIRO, M. A. A.; RODRIGUES, A. M. T. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.25, p.188-198, 2008