



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

DANIEL ESSES NOBRE

BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CARANGUEJO GUAIAMUM
(*Cardisoma guanhumi* LATREILLE, 1828) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (CE)

FORTALEZA

2024

DANIEL ESSES NOBRE

BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CARANGUEJO GUAIAMUM
(*Cardisoma guanhumi* LATREILLE, 1828) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (CE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N671b Nobre, Daniel Esses.

Biologia populacional e reprodutiva do caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828) do estuário do rio Jaguaribe (CE) / Daniel Esses Nobre. – 2024.
98 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva.

1. Brachyura. 2. Legislação. 3. História de vida. 4. Densidade populacional. I. Título.

CDD 577

DANIEL ESSES NOBRE

BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CARANGUEJO GUAIAMUM
(*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (CE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 30/04/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Livanio Cruz dos Santos
Universidade Regional do Cariri (URCA)

Profª. Dra. Renata Akemi Shinozaki-Mendes
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo apoio e suporte, não só na minha formação, mas em toda minha vida, em especial a minha avó Graça (para mim, Mainha) e minha avó Laura, que sei que estão me ajudando e olhando por mim. Sempre amarei vocês!

Aos amigos e colegas que estavam comigo em todos os momentos, em especial a minha amiga Sara por todo o suporte, pelas conversas e pela amizade.

Ao Il, por todo amor, suporte e momentos que me proporciona, sempre me dando força para continuar.

Ao Ronaldo, pescador e catador da comunidade do Cumbe por se disponibilizar e me ajudar nas minhas coletas, e me mostrar as belezas do estuário do rio Jaguaribe.

Ao Robson, técnico do laboratório de Histologia, por toda colaboração, ensinamento e momentos no laboratório. Você trouxe mais leveza ao trabalho e só tenho a agradecer por isso.

Aos professores participantes da banca avaliadora, prof. Livanio Cruz e profa. Renata Akemi, pelo tempo e por todas as considerações.

À profa. Renata por toda a ajuda (e salvamento) na análise estatística do trabalho.

Ao prof. Roberto Feitosa, por aceitar me orientar nesse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A teoria de história de vida estuda os *trade-offs* entre crescimento, reprodução e manutenção e como diferentes organismos alocam suas energias em resposta a diferentes pressões ambientais. O caranguejo *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 é uma espécie com grande importância ecológica e econômica, mas a pesca e a supressão do seu habitat vêm alterando traços da sua história de vida. Assim, os objetivos do presente trabalho foram revisar as legislações brasileiras sobre a conservação do caranguejo e analisar traços da sua biologia populacional e reprodutiva para investigar possíveis modificações em sua história de vida. Legislações para o uso sustentável do guaiamum existem desde 2002 e foram modificadas ao longo de 20 anos, acompanhando algumas modificações na biologia da espécie, que hoje é considerado Vulnerável (VU) de extinção, com regras para uso sustentável e conservação dos estoques. Porém, cada população apresenta peculiaridades e regras para todo o país tendem a inviabilizar a pesca artesanal. No estuário do rio Jaguaribe (CE), ocorreram coletas bimestrais, de março de 2023 a janeiro de 2024, sendo capturados 169 indivíduos. Os animais foram separados por sexo, mensurados e dissecados para análise histológica das gônadas. A proporção sexual foi de 1:1, demonstrando equilíbrio populacional. O sexo, o peso, o comprimento da quela, a largura do abdômen e a pluviometria possuem relação significativa ($p < 0,05$) com a largura da carapaça. Os tamanhos de primeira maturação morfológica foram 5,84 e 6,0 cm, enquanto fisiológica foram 5,16 e 4,49 cm, para fêmeas e machos, respectivamente. Ao comparar com dados de tamanhos de maturidade obtidos em 2008, nota-se que a população está amadurecendo mais cedo, com diferença estatística para maturação gonadal ($p < 0,05$). O índice gonadossomático indicou um período reprodutivo entre os meses novembro e março, com desova entre março e maio, meses próximos e dentro da estação chuvosa da região. Já a quantidade de tocas abertas e fechadas indicou um período de maior atividade de muda nos meses mais secos, de maio a setembro. A densidade populacional foi de 2,04 ind./m², com abundância estimada em 13.668 indivíduos para a foz do estuário (6700 m²). Os resultados aqui apresentados mostram que o ambiente está selecionando indivíduos com menor alocação de energia em crescimento somático e maior investimento em reprodução, que, em consequência, podem estar aumentando sua fecundidade com produção de maior quantidade de ovos por ninhada, de forma a garantir a existência de gerações futuras.

Palavras-chave: Brachyura; legislação; história de vida; densidade populacional.

ABSTRACT

Life history theory studies the trade-offs between growth, reproduction, and maintenance and how different organisms allocate their energies in response to different environmental pressures. The crab *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 is a species of great ecological and economic importance, but fishing and the suppression of its habitat have been altering features of its life history. Thus, the objectives of the present work were to review Brazilian legislation on crab conservation and analyze traits of its population and reproductive biology to investigate possible changes in its life history. Legislation for the sustainable use of guaiamum has existed since 2002 and was modified over 20 years, following some changes in the biology of the species, which is today considered Vulnerable (VU) to extinction, with rules for sustainable use and conservation of stocks. However, each population has peculiarities and rules for the entire country tend to make artisanal fishing unfeasible. In the Jaguaribe River estuary (CE), collections took place bimonthly, from March 2023 to January 2024, with 169 individuals captured. The animals were separated by sex, measured and dissected for histological analysis of the gonads. The sex ratio was 1:1, demonstrating population balance. Sex, weight, chela length, abdomen width and rainfall have a significant relationship ($p < 0.05$) with carapace width. The sizes at first morphological maturation were 5.84 and 6.0 cm, while physiological sizes were 5.16 and 4.49 cm, for females and males, respectively. When comparing with data on maturity sizes obtained in 2008, it is noted that the population is maturing earlier, with a statistical difference for gonadal maturation ($p < 0.05$). The gonadosomatic index indicated a reproductive period between the months of November and March, with spawning between March and May, months close to and within the region's rainy season. The number of open and closed burrows indicated a period of greater molting activity in the drier months, from May to September. The population density was 2.04 individuals/m², with an estimated abundance of 13,668 individuals at the mouth of the estuary (6,700 m²). The results presented here show that the environment is selecting individuals with less energy allocation in somatic growth and greater investment in reproduction, which, as a result, may be increasing their fecundity with the production of a greater quantity of eggs per clutch, in order to guarantee the existence of future generations.

Keywords: Brachyura; legislation; life's history; population density.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caranguejo guaiamum (<i>Cardisoma guanhumi</i>) no estuário do rio Jaguaribe (CE)	14
Figura 2 – Produção anual no Brasil do <i>Cardisoma guanhumi</i> , de 1994 a 2007	18
Figura 3 – Mapa esquemático da foz do estuário do rio Jaguaribe evidenciando o manguezal presente na região	20
Figura 4 – Regiões frontal e dorsal e quelípodo maior do caranguejo <i>C. guanhumi</i> capturado no estuário do rio Jaguaribe	22
Figura 5 – Armadilha “ratoeira” utilizada para captura do guaiamum no estuário do rio Jaguaribe	23
Figura 6 – Unidades amostrais utilizadas para contagem de tocas de <i>C. guanhumi</i>	24
Figura 7 – Tocas abertas e fechadas de guaiamum no estuário do rio Jaguaribe	24
Figura 8 – Medidas morfométricas mensuradas para os indivíduos <i>C. guanhumi</i> coletados no estuário do rio Jaguaribe	25
Figura 9 – Mapa esquemático da foz do estuário do rio Jaguaribe evidenciando o manguezal presente na região	36
Figura 10 – Distribuição da frequência absoluta da largura da carapaça (LC) por classe de tamanho para machos e fêmeas de <i>Cardisoma guanhumi</i> capturados no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024	39
Figura 11 – Frequência de machos e fêmeas de <i>C. guanhumi</i> por mês de coleta, amostrados no estuário do rio Jaguaribe (CE), de março de 2023 a janeiro de 2024	40
Figura 12 – Gráficos das relações de crescimento relativo evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas e curvas de regressão entre machos e fêmeas, as equações de cada relação e o coeficiente de determinação (R^2) para machos (preto) e fêmeas (cinza) de <i>C. guanhumi</i> do estuário do rio Jaguaribe (CE), de março de 2023 a janeiro de 2024	41

Figura 13 – Porcentagem de indivíduos de <i>C. guanhumi</i> aptos à reprodução por classes de largura de carapaça (LC) do estuário do rio Jaguaribe (CE) capturados entre março de 2023 e janeiro de 2024	42
Figura 14 – Fotomicrografias de secções de vaso deferente posterior de machos de <i>C. guanhumi</i> em diferentes estágios de maturação (A-B) e de machos coletadas no mês de maio com gônadas degeneradas (C-D)	43
Figura 15 – Fotomicrografias de secções de ovários de fêmeas de <i>C. guanhumi</i> em diferentes estágios de maturação (A-E) e de fêmeas coletadas no mês de maio com gônadas degeneradas (F-H)	44
Figura 16 – Variação mensal no IGS do <i>C. guanhumi</i> no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024	45
Figura 17 – Variação do IGS entre os diferentes estágios de maturação gonadal microscópico de <i>C. guanhumi</i> do estuário do rio Jaguaribe (CE) de março de 2023 a janeiro de 2024	46
Figura 18 – Frequência de fêmeas maduras e em outros estágios de maturação gonadal microscópica de <i>C. guanhumi</i> por mês de coleta, coletadas no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024	47
Figura 19 – Correlação entre o mês de coleta, precipitação (mm) e medianda mensal do índice gonadossomático (IGS) (g) de fêmeas de <i>C. guanhumi</i> do estuário do rio Jaguaribe (CE) coletado entre março de 2023 e janeiro de 2024	47
Figura 20 – Variação mensal no número de tocas abertas e fechadas do <i>C. guanhumi</i> no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024	48
Figura 21 – Correlação entre o mês de coleta, precipitação (mm) e número de tocas abertas e fechadas de <i>C. guanhumi</i> no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024	48

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resultado da análise de regressão linear múltipla com as variáveis que possuem relações significativas ($p < 0,05$) com a largura da carapaça de *C. guanhumi* e os valores dos coeficientes de regressão (β) de cada uma 40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	O guaiamum	13
1.2	Exploração e destruição do habitat	16
2	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1	Área de estudo	20
2.2	Coleta e unidade amostral	21
2.3	Atividades em laboratório	24
2.3.1	<i>Obtenção de dados morfométricos</i>	25
2.3.2	<i>Obtenção de dados histológicos</i>	26
2.4	Análises estatísticas	27
2.4.1	<i>Proporção sexual</i>	27
2.4.2	<i>Modelo linear múltiplo</i>	28
2.4.3	<i>Crescimento relativo</i>	28
2.4.4	<i>Tamanho da primeira maturação</i>	29
2.4.5	<i>Tratamento para índice gonadossomático</i>	30
2.4.6	<i>Tratamento para tocas abertas e fechadas</i>	30
3	CAPÍTULO 1: BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CARANGUEJO GUAIAMUM (<i>Cardisoma guanhumi</i> LATREILLE, 1828) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (CE)	32
3.1	Introdução	33
3.2	Material e Métodos	35
3.2.1	<i>Análises estatísticas</i>	37
3.3	Resultados	39
3.4	Discussão	49
3.5	Conclusão	55
4	CAPÍTULO 2: DE 2002 A 2022, 20 ANOS DE LEGISLAÇÕES DO CARANGUEJO GUAIAMUM (<i>Cardisoma guanhumi</i> LATREILLE, 1828): UMA REVISÃO	65
4.1	Introdução	66
4.1.1	<i>Pesca e supressão do habitat</i>	67
4.2	Legislação	69

4.3	Conclusão	75
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

Um organismo ideal, para Stearns e Hoekstra (2003), seria aquele que entra em maturação ao nascer, tem infinitos descendentes e vive para sempre. No entanto, não há como existir um indivíduo assim pois os *trade-offs* o impedem. *Trade-offs* representam os conflitos na alocação de tempo, energia e nutrientes entre funções concorrentes, ou seja, uma mudança benéfica em um traço acarreta mudança prejudicial em outro (Stearns, 1989; Ricklefs; Wikelski, 2002). Esses conflitos se relacionam com o *fitness* ou aptidão do indivíduo, que será moldado para melhor responder às pressões seletivas, levando-o a um *fitness* ótimo (Reznick, 1985; Kaplan; Gangestad, 2005).

Um organismo apto é aquele mais bem representado nas gerações futuras (Stearns, 1976), ou seja, possui características evoluídas, incluindo adaptações comportamentais, anatômicas e fisiológicas, que influenciam no seu sucesso reprodutivo (Ricklefs; Wikelski, 2002). O sucesso reprodutivo é alcançado a partir dos *trade-offs* entre diferentes características, como fecundidade, sobrevivência e tamanho de maturação, e como estas serão distribuídas ao longo da vida do indivíduo (Brommer, 2000). Esses traços de história de vida variam entre espécies e entre populações em resposta aos diferentes ambientes e às mudanças no ambiente, gerando diferentes estratégias ótimas de alocação de energia (Hutchings, 1993; Kaplan; Gangestad, 2005). Portanto, a teoria de história de vida busca explicar as variações nestes traços e, levando também em conta os cronogramas de mortalidade, prever as melhores decisões para os problemas de demanda conflitante em resposta ao ambiente e às pressões exercidas por este (Ricklefs; Wikelski, 2002; Kaplan; Gangestad, 2005; Stearns, 2000, 1976; Reznick, 1985).

A história de vida é resultado da interação entre crescimento, reprodução e manutenção, processos biológicos que competem por tempo e energia (Gadgil; Bossert, 1970). O crescimento será também tratado como idade, seguindo Stearns e Koella (1986), que consideram aptidão como dependente do crescimento, pela relação tamanho-fecundidade, onde o crescimento depende da idade (se maior, mais velho). Dessa forma, se um organismo possui um maior esforço reprodutivo em uma determinada idade, ele terá um melhor desempenho reprodutivo nessa idade, mas haverá redução da sobrevivência e do crescimento e diminuição do esforço em idades posteriores (Gadgil; Bossert, 1970; Brommer, 2000). Assim, há um *trade-off* entre a reprodução presente e a futura.

Esse conflito leva a outro: em que idade/tamanho um organismo deve entrar em maturação? O tamanho que um organismo atinge a maturidade depende fortemente da taxa de mortalidade nas diferentes faixas etárias (Stearns; Hoekstra, 2003). Amadurecer mais tarde

significa mais energia alocada em crescimento e manutenção, levando a uma maior fecundidade (Stearns, 2000) e sobrevivência, com esta ocorrendo por o indivíduo, pelo maior tamanho, poder ser melhor competidor. Se há uma maior mortalidade juvenil, o amadurecimento tardio pode resultar em produção de ninhada de melhor qualidade (Stearns, 2000; Fabian; Flatt, 2012). Já amadurecer mais cedo implica em amadurecer em um tamanho menor e alocar menos energia para manutenção e sobrevivência futura (Stearns, 2000; Fabian; Flatt, 2012). Se há uma maior mortalidade em adultos ou em todas as classes etárias, é importante um tempo de geração mais curto e um período mais curto de exposição à mortalidade antes do primeiro evento reprodutivo (Stearns, 2000; Fabian; Flatt, 2012; Hutchings, 1993), para que a energia não seja “desperdiçada” e haja garantia de gerações futuras. Em geral, o tamanho “ótimo” para amadurecimento representa um equilíbrio entre os custos e benefícios do esforço reprodutivo em uma idade específica com base nos padrões de sobrevivência impostos pelo ambiente (Reznick, 1985), sendo, em muitos casos, ajustado a um ótimo intermediário (Stearns; Hoekstra, 2003).

O tamanho do amadurecimento está relacionado a mais um *trade-off*: quantos descendentes produzir e de que tamanho? O amadurecimento tardio, junto do maior tamanho e consequente aumento da fecundidade, promove a produção de uma menor quantidade de filhotes, mas com maior tamanho e maior qualidade (Ricklefs, 2010; Stearns, 2000; Stearns, 1976). Ao se pensar na mortalidade juvenil, descendentes com estas características possuem alta capacidade competitiva, melhorando suas chances de sobrevivência (Chisholm, 1993). O amadurecimento precoce, por sua vez, terá pais que cresceram menos, produzindo uma prole menor, mas com maior quantidade de indivíduos (Ricklefs, 2010; Stearns; Hoekstra, 2003; Stearns, 1976). Com alta mortalidade de adultos ou em todas as classes etárias, investir em grandes quantidades de descendentes se torna a melhor estratégia para evitar a extinção da linhagem (Ricklefs, 2010; Chisholm, 1993). O número de descendentes também está intimamente associado ao cuidado parental. Um número menor de indivíduos na prole permite um maior e melhor cuidado parental (Fabian; Flatt, 2012). À medida que a prole aumenta, os esforços dos pais para alimentação e proteção dos filhotes irá gradativamente diminuir (Ricklefs; Releya, 2016).

Essas variações nas histórias de vida promovidas pelas diferentes alocações de energia entre diferentes demandas conflitantes são adaptativas (Gadgil; Bossert, 1970). As adaptações entre populações são, em muitos casos, plasticidades fenotípicas, ou seja, o fenótipo sob uma determinada condição ambiental proporciona uma vantagem de aptidão (Brommer, 2000). Assim, muitos organismos são capazes de abrandar ou acelerar suas histórias de vida,

dependendo das pressões ambientais (Kaplan; Gangestad, 2005). As diferenças entre tamanhos de maturação, fecundidade e produção de descendentes podem ser consideradas exemplos disso (McNamara; Houston, 1996; Brommer, 2000).

As variações adaptativas podem ocorrer por conta da sazonalidade, disponibilidade de recursos, densidade de membros da mesma espécie e riscos de mortalidade, como presença de patógenos (Ricklefs; Wikelski, 2002; Kaplan; Gangestad, 2005). Outras pressões são a predação (Ricklefs; Wikelski, 2002) e a destruição de habitat. A predação contribui para a estrutura das comunidades biológicas e da população que é predada, modificando os traços de história de vida em resposta à interação em questão (Stearns; Hoekstra, 2003). Os humanos podem ser considerados predadores de muitas espécies, como aquelas que são recursos pesqueiros, retirando os indivíduos maiores e mais velhos. Já a supressão do ambiente pode causar a mortalidade de indivíduos de diferentes faixas etárias. Essas seleções favorecem uma maturidade precoce, num tamanho menor (Ricklefs, 2010; Partridge; Harvey, 1985; Fabian; Flatt, 2012).

Um dos seres vivos que está suscetível a sobrepesca e a alterações em seu habitat é o caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828. Suas estratégias de história de vida envolvem o tamanho da maturidade, a fecundidade e a sazonalidade da produção de ovos (Hartnoll, 2006). A partir disso, uma pergunta pode ser feita: como a espécie está lidando com essas mudanças?

1.1 O guaiamum

Cardisoma guanhumi Latreille, 1828 (Figura 1), conhecido popularmente como guaiamum, goiamum ou caranguejo azul e pertencente à família Gecarcinidae, é um caranguejo semi-terrestre, pois apresenta adaptações comportamentais, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, permitindo-o realizar atividades no ambiente terrestre, mas precisa de acesso regular a água para umedecimento de suas brânquias e seus ovos devem ser liberados no mar para desenvolvimento de suas larvas (Burggren; McMahon, 1988; Hartnoll, 1988). É uma espécie com ampla distribuição geográfica pela costa oeste do Oceano Atlântico, presente desde o estado da Flórida, nos Estados Unidos, Golfo do México e Caribe até a América do Sul, abrangendo Colômbia, Venezuela e Brasil (Melo, 1996). No Brasil, é o único gecarcinídeo que ocupa a porção continental do país, ocorrendo do Ceará até São Paulo (Melo, 1996), mas com registros em Santa Catarina (Branco, 1991), Amapá e Pará (Lima *et al.*, 2009).

Figura 1 – Caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi*) no estuário do rio Jaguaribe (CE)



Fonte: Elaborada pelo autor.

O guaiamum é uma espécie gregária que vive em áreas adjacentes aos manguezais ou ao longo de canais, construindo suas galerias em áreas de apicum (Melo, 1996; Pinheiro *et al.*, 2016). O apicum, também denominado de salgado, é a porção mais interna do ecossistema manguezal, onde há transição do mangue à restinga ou ao bioma local, com inundações de maré menos frequentes, alta evaporação e solos areno-lamosos e hipersalinos, habitado por vegetação halófito herbácea, podendo estar associada a alguns arbustos (Santos *et al.*, 2022; Albuquerque *et al.*, 2015). Por precisar de imersão regular em água, sua toca é escavada em locais que possam cruzar o lençol freático, podendo atingir mais de três metros de profundidade e, assim, manter piscinas no fundo, que variam de um a dois litros d'água (Bright; Hogue, 1972). Além de proteger contra a dessecação, as tocas também protegem contra predadores e fornecem abrigos durante o período de muda do caranguejo (Maldonado, 2013).

A espécie possui maior atividade em períodos noturnos e ao amanhecer, saindo da toca para forrageamento em horários em que a temperatura é menor e, conseqüentemente, as taxas de evaporação são mais baixas, o que minimiza a perda de água do animal (Hartnoll, 1988; Wolcott, 1988). Sua alimentação se dá principalmente por folhas, frutas e gramíneas, sobretudo da serrapilheira próxima a sua galeria, mas também come fezes, insetos e animais mortos, podendo praticar canibalismo, sendo considerado onívoro (Pinheiro *et al.*, 2016; Wolcott; O'Connor, 1992; Wolcott, 1988).

A reprodução, por sua vez, está relacionada com padrões climáticos, fases lunares e ciclos de maré (Thurman, 2004). O processo é desencadeado quando as altas temperaturas e grandes evaporações são seguidas pela estação chuvosa, diminuindo a salinidade dos solos e das tocas dos caranguejos e provocando alterações na produção de hormônios, ocasionando no comportamento reprodutivo (Galli, 2016). Nesse período, os machos cortejam as fêmeas, o que pode levar à competição entre indivíduos. A fecundação é interna, com vários machos acasalando com a mesma fêmea (Botelho *et al.*, 2009). Após a cópula, as fêmeas armazenam e mantêm em seus receptáculos seminais os espermatozoides, que se encontram com os oócitos na porção final dos ovários, para fertilização, e, já como zigotos, são alocados nos pleópodos, locais de fixação dos ovos, que são incubados por cerca de duas semanas antes da eclosão (Botelho *et al.*, 2009; Shinozaki-Mendes, 2008).

A produção de ovos pode variar entre 20.000 e 1.200.000 ovos, a depender do tamanho da fêmea (Gifford, 1962; Taissoun, 1974), e, para desovar, as fêmeas migram por uma ou duas noites até as águas do mar (Botelho *et al.*, 2009), podendo percorrer uma distância de 5 a 6 km, raramente ultrapassando 8 km (Gifford, 1962; Costlow Jr.; Bookhout, 1968). O período em que os caranguejos saem de sua toca para acasalar e para migrar em direção à água salgada é chamado de andada (Galli, 2016). Esse momento é programado com grande precisão para que aconteça no tempo adequado e de modo favorável à sobrevivência, dispersão e crescimento das larvas, ocorrendo em marés altas noturnas de amplitude máxima (Morgan, 1996; Thurman, 2004) para diminuir a dessecação dos caranguejos e a predação das fêmeas e das larvas. Larvas de natação livre eclodem dos ovos, passam por 5 estágios zoeais e 1 estágio pós-larval ou estágio megalopal e retornam ao estuário para iniciar sua vida semi-terrestre (Costlow Jr.; Bookhout, 1968). A espécie é caracterizada pelo amadurecimento tardio e ciclo de vida longo, precisando de mais de 60 mudas para atingir o tamanho máximo, podendo alcançar 11 cm de largura de carapaça (Silva, 2013; Pinheiro *et al.*, 2016; Gifford, 1962).

Pelos impactos provocados no ecossistema em que vive, modulando recursos de outras espécies e causando mudanças no ambiente, o guaiamum é considerado um engenheiro do ecossistema (Hogarth, 2007; Quintero-Torres; Chacón; López-Sánchez, 2018). A alimentação predominantemente herbívora afeta a composição da vegetação a partir do consumo de propágulos, frutos e sementes, ajudando na composição, estruturação e manutenção da comunidade vegetal do mangue. (Wolcott; O'Connor, 1992; Wolcott, 1988). O carreamento da serrapilheira para dentro das galerias acarreta em retenção de nutrientes, aumentando a produtividade no local, e o fracionamento das folhas para alimentação e a deposição das fezes dá lugar à atividade de pequenos consumidores e de decompositores,

acelerando a ciclagem de nutrientes (Pinheiro *et al.*, 2016; Maldonado, 2013). Solos onde há atividade do caranguejo possuem aumento nos nutrientes que ajudam na ecofisiologia das plantas do mangue, como matéria orgânica, nitrogênio, magnésio e potássio, por conta de sua alimentação, muda, excreção e defecação (Quintero-Torres; Chacón; López-Sánchez, 2018).

As tocas, por conta da profundidade que alcançam, ajudam na penetração de ar no solo, promovendo a areação de partes mais profundas da terra (Takahashi, 2008; UFC *et al.*, 2006). Os buracos também criam habitats para outros invertebrados, como aracnídeos e insetos, e suas poças d'água servem de ambiente para reprodução destes últimos (Wolcott, 1988). Além disso, o guaiamum é predado por espécies de peixes, aves e mamíferos, como guaxinins, jaguatiricas, raposas, gavião-preto, carcarás e várias garças, sendo importante para a teia alimentar (Wolcott, 1988). No entanto, a espécie vem sofrendo com a sobreexploração pesqueira e com alterações no seu habitat, o que pode levar a modificações na sua história de vida e no impacto no ecossistema em que vive (Silva, 2013; Galli, 2016).

1.2 Exploração e destruição do habitat

Os seres humanos também são grandes consumidores do guaiamum, sendo uma espécie fortemente explorada para alimentação e economicamente importante em diversos países da América Central e do Sul, muito devido ao tamanho que pode alcançar e à alta percentagem de carne (Carmona-Suárez, 2011; Silva; Oshiro, 2002). Em Porto Rico, há uma alta demanda pela carne do guaiamum. Em 1950, a pesca do caranguejo representava 7% de todas as pescarias porto-riquenhas (Wolcott, 1988), mas desde 1960 há um declínio na abundância do caranguejo devido aos altos níveis de colheita (Govender; Rodríguez-Fourquet, 2008). Em Cuba, a espécie é intensamente explorada desde a década de 1980, havendo uma redução de 50% na pesca entre os anos de 2008 e 2012 em comparação com os anos de 1998 a 2001 pela diminuição de abundância (Hurtado *et al.*, 2013). Na Venezuela, é capturado e comercializado desde a década de 1970 (Taissoun, 1974), mas não é considerado ameaçado pela exploração (Carmona-Suárez, 2011).

No Brasil, Oliveira (1946) já falava sobre o comércio do caranguejo no Rio de Janeiro em feiras e por vendedores ambulantes na década de 40, mostrando uma certa importância econômica para a região Sudeste (Dias Neto, 2011; Galli, 2016). Na região Norte são poucos os registros da espécie (Lima *et al.*, 2009), enquanto no Sul não há pescaria expressiva (Dias Neto, 2011). Já no Nordeste, é um prato bastante apreciado e encontrado em mercados e feiras no litoral nordestino, com um grande valor socioeconômico associado às

comunidades que vivem nas áreas estuarinas e que têm como principal sustento a pesca artesanal (Botelho; Santos; Souza, 2001).

Diversos motivos levaram à sobreexploração desse caranguejo no Brasil, sendo as principais: a mortalidade em massa do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), espécie também bastante explorada, ocorrida do Ceará ao Espírito Santo pela Doença do Caranguejo Letárgico (DCL) entre 1996 e 2006, que fez com que catadores migrassem para a captura do guaiamum; e o desemprego pela falência ou desativação de salinas, usinas de açúcar e fazendas de carcinicultura (Dias Neto, 2011; Santos; Ribeiro, 2019). Além da captura excessiva, a espécie também sofre com a supressão do seu habitat através de ações antrópicas. Muitos fatores promovem a destruição dos manguezais, como barragens de rios, agropecuária, urbanização, desmatamento para extração de madeira ou construção de vias, salinas e fazendas de aquicultura (UFC *et al.*, 2006; Pinheiro *et al.*, 2016).

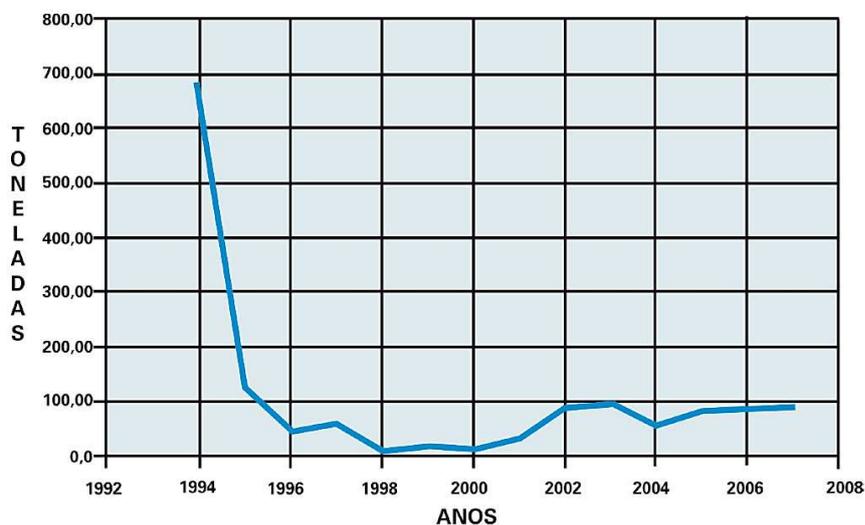
Entre as atividades de aquicultura, a carcinicultura é um dos maiores vetores de destruição do manguezal no mundo (Leão; Prates; Fumi, 2018). No Brasil, já foram perdidos mais de 100 mil ha de manguezais desde 1980, sendo cerca de 50% desse valor devido a carcinicultura (Menghini *et al.*, 2018). Apenas no Nordeste, mais de 33 mil ha já foram convertidos em tanques de criação de camarão até 2016 (Leão; Prates; Fumi, 2018). As áreas de apicum, habitat do guaiamum, são as mais procuradas para a carcinicultura devido suas características ambientais, como topografia plana, proximidade a água salgada e seu baixo valor econômico (Albuquerque *et al.*, 2015).

Essas práticas levam a criações de tanques e barragens e ao desmatamento. Com isso, há alteração do fluxo hídrico, erosão e assoreamento do solo, aumento da sedimentação, mudanças nas teias alimentares e na estrutura de comunidades, diminuição da quantidade e da qualidade da água, pelos insumos usados na aquicultura e na agricultura e lançamentos de esgotos e poluentes domésticos e industriais, e a morte da vegetação e de muitos animais, como peixes, crustáceos e moluscos (Leão; Prates; Fumi, 2018; UFC *et al.*, 2006). A alteração e o desmatamento da comunidade vegetal resultam em elevação térmica e diminuição da umidade do solo, o que afeta negativamente a sobrevivência dos animais que ali vivem (Pinheiro *et al.*, 2016). A presença de substâncias tóxicas também pode provocar o surgimento de doenças na população local pela utilização das águas e pela alimentação de animais contaminados (Takahashi, 2008).

Como resultado, as populações de guaiamum decresceram de maneira acelerada, percebido pela redução de cerca de 88% na produção brasileira entre 1994 e 2007 (Figura 2), que, entre quedas e recuperações no decorrer dos anos, caiu de 685 t em 1994 para 89,5 t em

2007 (Dias Neto, 2011; Pinheiro *et al.*, 2016). A partir dessa redução e considerando que as ameaças de captura e de perda e alteração de habitat persistissem, suspeitava-se de um declínio de pelo menos 88% ao longo de três gerações (22 anos) a partir de 1994 (Pinheiro *et al.*, 2016), levando *C. guanhumi* a ser categorizado como espécie Criticamente em Perigo (CR), por meio da Portaria nº 445/2014 do MMA (Brasil, 2014). Hoje, no entanto, o guaiamum é categorizado como espécie Vulnerável (VU) pela Portaria nº 148/2022 do MMA (Brasil, 2022). Isso significa que o guaiamum ainda corre um alto risco de extinção na natureza, mas que seu declínio populacional ao longo de 10 anos ou 3 gerações é igual ou inferior à 30% (ICMBio, 2018).

Figura 2 – Produção anual no Brasil do *Cardisoma guanhumi*, de 1994 a 2007



Fonte: Dias Neto (2011).

Espécies de história de vida lenta, como *C. guanhumi*, com seu crescimento lento e maturação tardia, possuem maior vulnerabilidade às pressões antrópicas (Mundinger *et al.*, 2022). Isso foi verificado em estudos de densidade populacional do guaiamum, que mostram diminuição populacional em áreas de supressão da vegetação e alteração do uso da terra em comparação com áreas de manguezal com vegetação preservada, tanto no Brasil quanto em outros países (Guimarães, 2019; Novais; Carvalho; Couto, 2021; Taissoun, 1974; Carmona-Suárez; Guerra-Castro, 2018; Rivera, 2005). Também foi visto que há influência na maturidade e no tamanho que o caranguejo pode atingir, com o ambiente marcado pela supressão do habitat e pela pesca selecionando indivíduos menores e com maturação antecipada (Guimarães, 2019; Silva, 2013). Somado a isso, a contaminação dos caranguejos por agentes químicos também causam danos nos indivíduos e nas populações, como pelo cloranfenicol, um antibiótico usado em aquiculturas, que promove danos nos tecidos do hepatopâncreas (Carqueija, 2014); pelo

fipronil, inseticida utilizado na produção agrícola, que reduz o teor de proteína e leva a danos hematológicos e oxidativos, sendo potencialmente fatais ao guaiamum (Onwubiko *et al.*, 2022); e pelo metabissulfíto de sódio, composto usado na carcinicultura para evitar o escurecimento dos camarões, que ocasiona a mortalidade dos estágios larvais e pós-larval mesmo em pequenas concentrações, diminuindo a taxa de recrutamento e o tamanho populacional do guaiamum (Galli; Fujimoto; Abrunhosa, 2012; Galli, 2016). Dessa forma, atualmente existe maior predominância de indivíduos jovens e adultos com menor porte ao longo da costa brasileira (Pinheiro *et al.*, 2016).

Assim, conhecer indicadores da dinâmica populacional e reprodutiva de espécies de crustáceos economicamente importantes são essenciais para entender como são afetadas pelas pressões antrópicas. Estudar atributos de história de vida do guaiamum, como tamanho de maturidade, fecundidade, período reprodutivo e tamanho da população são fundamentais para conhecer as adaptações da biologia populacional e das táticas reprodutivas em resposta às pressões seletivas do ambiente, como também subsidiar legislações sobre sua coleta e comercialização e atualizar dados já produzidos anteriormente para esta espécie, visando um manejo sustentável deste recurso.

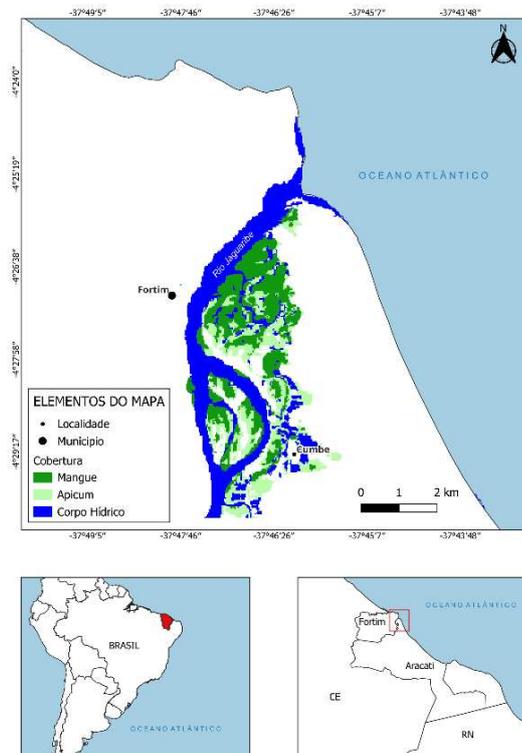
Com isso, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos, cada um em formato de artigo científico. O primeiro capítulo teve como objetivo investigar traços da biologia populacional e reprodutiva da população de *C. guanhumi* presente na foz do estuário do rio Jaguaribe (CE) e comparar com dados anteriores para a mesma localidade para analisar perceber possíveis modificações na sua história de vida. O segundo capítulo, por sua vez, teve como objetivo revisar a legislação brasileira referente a pesca e a conservação de *C. guanhumi* para suscitar discussões sobre as questões jurídicas que envolvem a espécie. Foi feito também um tópico de descrição geral do Material e Métodos do primeiro capítulo para descrição da área de estudo e maior detalhamento das atividades realizadas em campo e em laboratório e das análises estatísticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estuário do rio Jaguaribe localiza-se no litoral leste do Ceará, percorrendo os municípios de Fortim, Aracati e Itaiçaba, com limite a montante pela barragem de Itaiçaba, totalizando 36 km de extensão (Paula; Moraes; Pinheiro, 2006). Possui uma área de mangue com aproximadamente 11,8 km², iniciando a 18 km da foz (Costa, 2013). Sua foz, local do estudo (Figura 3), possui vértices localizados entre as latitudes 04°23' e 04°30' sul e longitudes 37°49' e 37°43' oeste, estando na divisa entre os municípios de Fortim e Aracati. O clima da região é tropical quente semiárido, com temperaturas médias anuais variando de 26°C a 28°C e período chuvoso abrangendo os meses de janeiro a maio (IPECE, 2018a, 2018b). Tem área de mangue correspondente a 6 km² e de apicum com 6,7 km² (Carvalho Neta, 2007). Sua margem direita está dentro da única Área de Proteção Ambiental Municipal do Aracati, a APA de Canoa Quebrada (Nascimento, 2014).

Figura 3 – Mapa esquemático da foz do estuário do rio Jaguaribe evidenciando o manguezal presente na região



Fonte: elaborado pelo autor.

O manguezal é composto pelas espécies de plantas mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue-branco (*Laguncularia racemosa*), mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), mangue-preto (*Avicennia schaueriana*) e sereíba (*A. germinans*), sendo esta última a espécie dominante (Pinto *et al.*, 2014; Maia; Coutinho, 2012). No apicum, há áreas correspondentes a salinas e viveiros de camarão ativos e desativados. As construções desativas, em contato com os canais de marés e o aquífero dunar, possibilitou a regeneração da vegetação do apicum, composta principalmente por plantas herbáceas (Veras, 2010). O estuário também é caracterizado pela grande quantidade de animais, em especial aqueles de importância econômica, principalmente para a comunidade local, como ostras (*Crassostrea rhizophorae*), sururus (*Mytella* sp.), búzios (*Anomalocardia brasiliana*) e intãs (*Tagelus plebeius*), caranguejos uçá (*Ucides cordatus*), aratus (*Goniopsis cruentata*) e guaiamuns (*Cardisoma guanhumi*) (Pinto *et al.*, 2014; Souza, 2008).

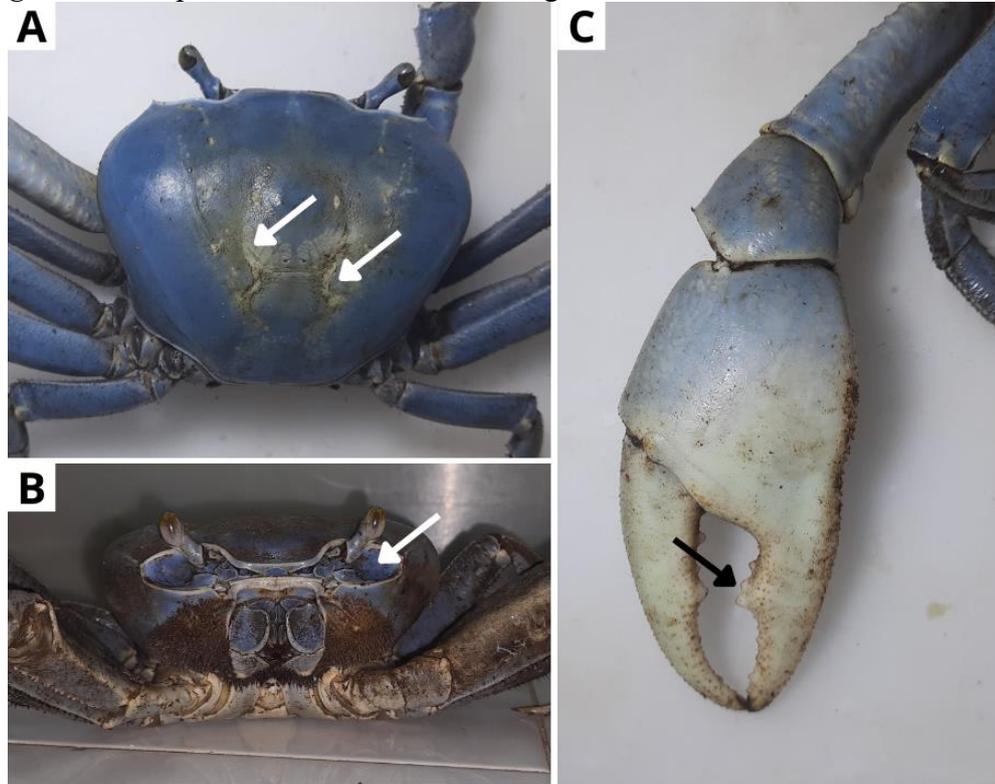
Além das atividades de extrativismo e pesca, que, quando em grandes proporções, diminuem os estoques dos recursos pesqueiros, o estuário sofre com derrubada de árvores para obtenção de lenha, instalação de viveiros de carcinicultura, efluentes domésticos, deposição de resíduos sólidos e escoamento superficial de áreas agrícolas (Soares *et al.*, 2007; Paula; Moraes; Pinheiro, 2006). Isso promove diminuição da biodiversidade, da produtividade do ecossistema, da qualidade das águas do estuário e, conseqüentemente, da qualidade de vida das comunidades locais, além da salinização do aquífero, mortalidade de caranguejos e extinção de extensas áreas de apicum (Paula; Moraes; Pinheiro, 2006; Meireles *et al.*, 2008). Assim, o conhecimento da biologia populacional de espécies afetadas por esses problemas torna-se importante para a implementação de um parâmetro e, a partir disso, permitir, no futuro, a identificação de alterações que possam ocorrer nas populações pela intensificação das atividades antrópicas.

2.2 Coleta e unidade amostral

A pesquisa foi autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO – ICMBio) e seguiu as diretrizes brasileiras para coleta de espécimens (processo 86631-1). Espécimens de *Cardisoma guanhumi* foram coletados, sem reposição dos indivíduos, com ajuda de pescador local, a cada dois meses durante o período de um ano, de março de 2023 a janeiro de 2024, na região de foz do estuário do rio Jaguaribe (CE) (Figura 3). Caracteres diagnósticos de reconhecimento da espécie são: carapaça convexa, com sulcos definindo as regiões epigástrica, cardíaca e intestinal; região frontal com lados oblíquos e com sulco médio que se bifurca em sulcos paralelos; quelípodos com tubérculos na face interna das

garras (Melo, 1996); e coloração azulada (para padrões de coloração de *C. guanhumí*, ver Silva; Schwamborn; Lins Oliveira, 2014) (Figura 4).

Figura 4 – Regiões frontal e dorsal e quelípodo maior do caranguejo *C. guanhumí* capturado no estuário do rio Jaguaribe

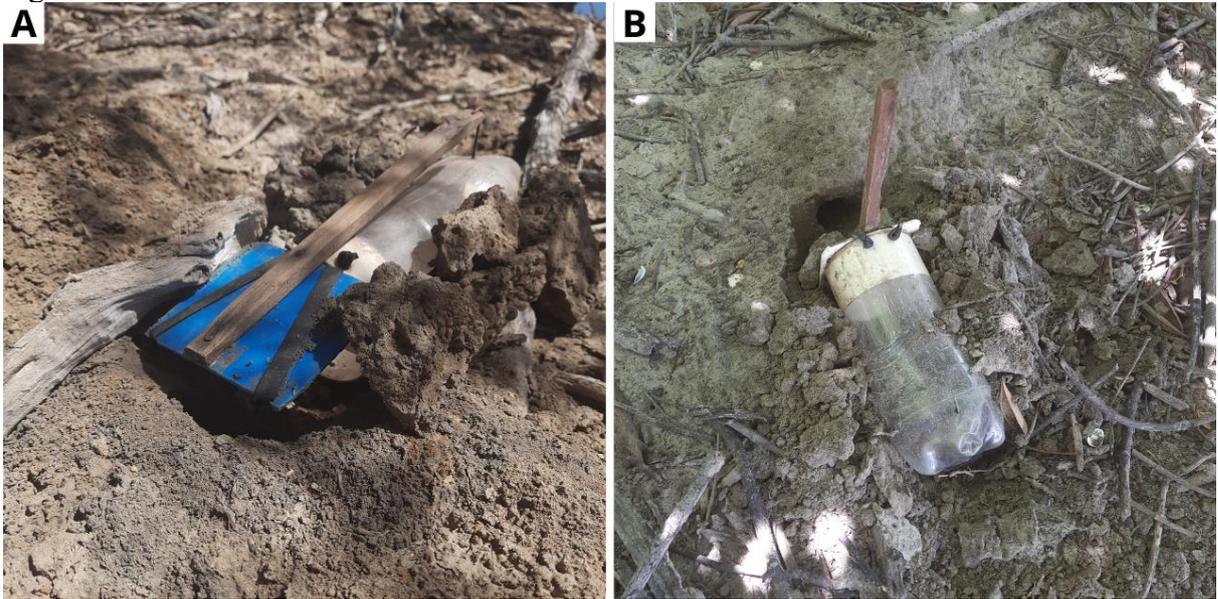


Fonte: elaborado pelo autor.

A. região dorsal do caranguejo com sulcos (seta branca). B. região frontal com sulcos (seta branca). C. quelípodo maior do caranguejo, com tubérculos internos (seta preta).

Os animais foram capturados por meio de armadilhas artesanais, conhecidas como “ratoeiras”, confeccionadas pelos próprios catadores de caranguejo (Figura 5). As armadilhas eram armadas na entrada da toca, utilizando iscas para atrair o guaiamum, como limão, cebola, milho, jaca, cana-de-açúcar, abacaxi e jenipapo (Firmo, 2012). Ao entrar e puxar a isca, o animal acionava um gatilho e uma tampa fechava a armadilha, impedindo sua saída (Takahashi; Nishida, 2018). Como o guaiamum possui hábitos noturnos, 30 a 40 ratoeiras eram armadas ao anoitecer e os caranguejos eram coletados na manhã seguinte, em cada coleta. A escolha das tocas para deixar cada armadilha foi aleatória, não havendo preferência por entradas com diâmetros específicos, visto ser um indicador do tamanho do animal (Govender; Rodríguez-Fourquet, 2008).

Figura 5 – Armadilha “ratoeira” utilizada para captura do guaiamum no estuário do rio Jaguaribe

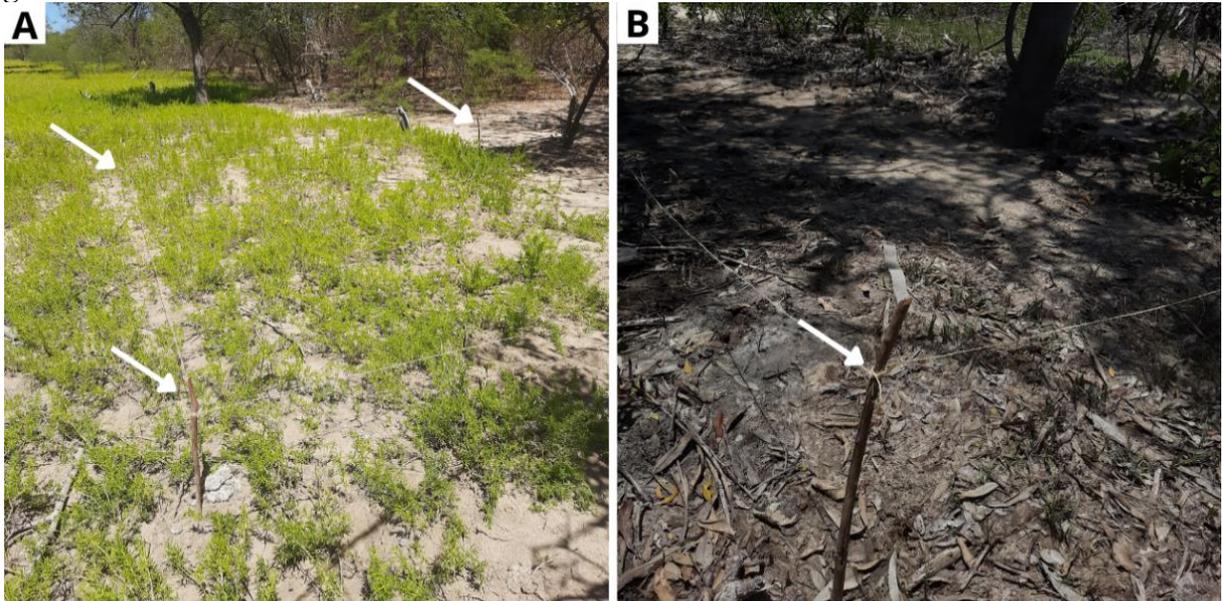


Fonte: elaborada pelo autor.

- A. Ratoeira posta na entrada da toca, ainda com a tampa aberta, indicando que nenhum caranguejo puxou o gatilho.
 B. Armadilha na entrada da toca com a tampa fechada, indicando que há caranguejo dentro dela.

Em áreas próximas aos locais das coletas, após a retirada dos indivíduos de cada armadilha, foram montados, aleatoriamente, cinco quadrantes de 25 m² (5 m x 5 m) cada (Figura 6), respeitando as recomendações de Schmidt (2019) para unidade e desenho amostral em estudos de monitoramento da espécie, abrangendo, no final do estudo, diferentes regiões do estuário. Os quadrantes foram selecionados também com a ajuda do pescador, com base em seu conhecimento sobre a distribuição do guaiamum na região. Em cada quadrante, as tocas dos guaiamuns foram registradas como abertas ou fechadas, seguindo classificação de Carmona-Suárez (2011). As tocas abertas eram aquelas com presença de lama fresca na entrada, partículas fecais, rastros do caranguejo e/ou presença de alimentos em sua entrada, indicando atividade do caranguejo e consequente utilização da toca (Figura 7A e 7B). As tocas fechadas eram aquelas com lama fresca ou recentemente depositada tampando suas entradas, indicando haver caranguejo em período de muda (Figura 7C).

Figura 6 – Unidades amostrais utilizadas para cálculo de densidade populacional de *C. guanhumi*



Fonte: elaborada pelo autor.

A e B. Quadrantes 5m x 5m utilizados para a contagem das tocas de guaiamum feito com galhos e barbante (seta branca).

Figura 7 – Tocas abertas e fechadas de guaiamum no estuário do rio Jaguaribe



Fonte: elaborada pelo autor.

A. Toca aberta com presença de lama fresca em sua entrada, indicando recente escavação. B. Toca aberta com partículas fecais em sua entrada (seta branca), indicando presença do caranguejo. C. Tocas com entradas fechadas com lama recentemente depositada (seta preta).

2.3 Atividades em laboratório

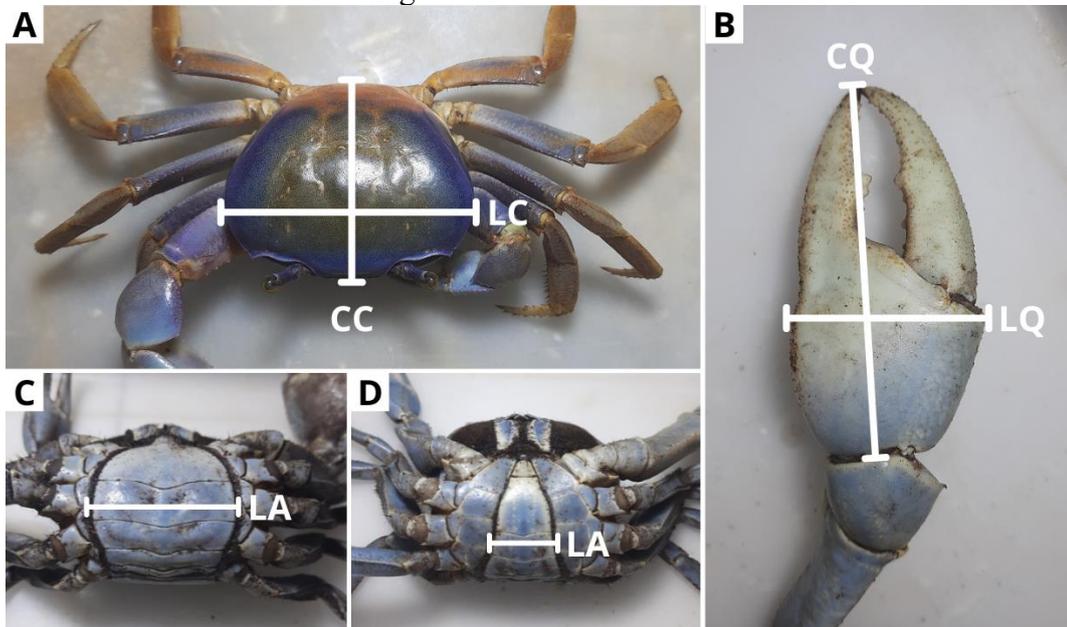
Após a coleta, os caranguejos eram levados ao Laboratório de Histologia e Embriologia Animal (Departamento de Biologia/Universidade Federal do Ceará) ainda vivos, em caixas de prolipropileno utilizadas em laboratórios e biotérios para manejo de animais, principalmente roedores, conhecidas como caixa biotério. No laboratório, os indivíduos foram mantidos em refrigerador por aproximadamente 20 minutos para resfriamento, redução do metabolismo do animal e possibilidade de dissecação para a retirada das gônadas e processamento histológico. Foi registrado o sexo de cada indivíduo macroscopicamente, com

base em características facilmente identificáveis para a espécie: machos possuem abdômen estreito e triangular e fêmeas abdômen largo e mais arredondado (Botelho *et al.*, 2009). A posição do gonópodo, bem como a diferença de formato no primeiro par de pereiópodos também são características do dimorfismo sexual dos caranguejos. Entretanto, para a presente pesquisa, apenas a diferenciação morfológica do abdômen foi utilizada para a identificação do sexo em *C. guanhumí*.

2.3.1 Obtenção de dados morfométricos

Após a sexagem, os indivíduos foram pesados (PT) em balança digital com precisão de 0,01 g e mensurados com paquímetro manual com precisão de 0,05 mm quanto ao comprimento (CC) e largura (LC) do cefalotórax, comprimento (CQ) e largura (LQ) da maior quela (primeiro pereiópodo direito ou esquerdo) e largura do 5º (LA) segmento abdominal em sua porção mediana (Figura 8).

Figura 8 – Medidas morfométricas mensuradas para os indivíduos *C. guanhumí* coletados no estuário do rio Jaguaribe



Fonte: elaborado pelo autor.

A. local mensurável para largura (LC) e comprimento da carapaça (CC). B. local mensurável para largura (LQ) e comprimento da quela (CQ). C. local mensurável para largura do abdômen (LA) de fêmea. D. local mensurável para largura do abdômen (LA) de macho.

As medidas utilizadas para determinação da maturidade morfométrica seguiram classificação de Shinozaki-Mendes (2008):

- Fêmea imatura: o abdômen não recobre todos os esternitos torácicos;

- Fêmea madura: abdômen recobre todos os esternitos torácicos (atingindo a base da coxa);
- Macho imaturo: o comprimento do quelípodo é inferior à largura do cefalotórax;
- Macho maduro: o comprimento do quelípodo ultrapassa a largura do cefalotórax.

Posteriormente ao registro destes dados, os animais foram dissecados, fazendo incisões com tesoura no entorno da carapaça, retirando-a e expondo os órgãos internos, para que fragmentos do sistema reprodutor de machos e fêmeas fossem retirados para a análise histológica. Nesse momento, as gônadas das fêmeas também foram pesadas.

2.3.2 Obtenção de dados histológicos

Para a análise microscópica do estágio de maturação do animal, as gônadas foram submetidas a rotina histológica. Porções do ovário das fêmeas e do vaso deferente dos machos foram fixadas em formol 10% por 24 horas, sendo, em seguida, conservadas em solução de álcool 70%. Os fragmentos conservados eram submetidos à desidratação em série alcoólica crescente (álcool 80%, 90% e 99%), banho em solução álcool:xilol (1:1) e diafanização em xilol, em dois banhos, para retirada do álcool, durando 50 minutos cada imersão. Após os banhos em xilol, o material foi levado à estufa histológica, graduada a 60°C, contendo parafina líquida. Esta etapa é denominada impregnação e a parafina preenche todos os espaços dos fragmentos dos órgãos que anteriormente estavam preenchidos por xilol. O material foi imerso duas vezes em parafina líquida, com duração de uma hora cada banho. Em seguida, o material de cada indivíduo foi retirado da estufa e colocado em uma forma de metal. Dentro de cada forma foi colocada parafina líquida, ao tempo em que se colocava o fragmento gonadal. Os blocos foram mantidos em temperatura ambiente para a solidificação da parafina com o material biológico e seguiram para a microtomia. Cada bloco foi seccionado a 5µm de espessura em micrótomo manual. Cada secção foi colocada em banho-maria, contendo água em temperatura de 50°C, para que distendessem e pudessem ser "pescadas" por lâminas de vidro contendo albumina, e, então, seguiram para a bateria de coloração. As lâminas foram coradas pelo método Tricrômico de Gomori (Bermer *et al.*, 1976), onde é possível diferenciar os estágios das células sexuais e demais componentes teciduais.

Com as análises das secções histológicas, as fêmeas foram classificadas de acordo com estágio de desenvolvimento usado por Shinozaki-Mendes (2008):

- Imatura: zona germinativa contendo oogônias e zona de maturação periférica com oócitos pré-vitelogênicos;
- Em maturação: zona de maturação com oócitos pré-vitelogênicos em região mais interna e oócitos vitelogênicos na região mais periférica;
- Madura: predominância de oócitos maduros na zona de maturação e raros oócitos pré-vitelogênicos;
- Em desova: presença de oócitos atrésicos, espaços vazios e poucos oócitos maduros;
- Em repouso: há um maior espaço entre as células sexuais, que é preenchido por células foliculares, formando mais de um estrato entre as células germinativas, e resíduos de oócitos atrésicos.

Os machos, por sua vez, também seguiram a classificação de maturação gonadal proposta por Shinozaki-Mendes (2008):

- Imaturo: não há presença de espermatozoides no vaso deferente posterior;
- Maduro: presença de espermatozoides no vaso deferente posterior.

2.4 Análises estatísticas

Todos os testes e análises foram realizados no *software* SisEAPRO v.4.0 (PPMendes, 2024), com nível de significância de 5%. Para correlacionar possíveis influências de fatores abióticos com os parâmetros analisados, foram obtidos dados pluviométricos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2024).

2.4.1 Proporção sexual

As medidas de LC foram inicialmente analisadas quanto a aderência dos dados à distribuição normal através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, tendo como hipóteses:

H_0 : os dados seguem a distribuição normal;

H_a : os dados não seguem a distribuição normal.

Tal teste demonstrou que os dados não seguem a distribuição normal ($p < 0,05$).

Juntamente, foi realizado teste de Cochran para verificar homocedasticidade, com as hipóteses:

H_0 : as variâncias são homogêneas;

H_a : as variâncias não são homogêneas.

Verificou-se que as variâncias eram heterogêneas ($p < 0,05$). Assim, foi feita uma transformação de Box-Cox, com os dados se apresentando, após esta, normais e homocedásticos ($p \geq 0,05$). Foram, então, alocados em dez classes de tamanho, valor aproximado ao obtido pela fórmula de Sturges (1926), de 0,4 cm cada uma por meio de distribuição de frequência. A quantidade de machos e fêmeas foi comparado em cada mês e em cada classe de tamanho utilizando o teste paramétrico de proporção que utiliza a distribuição binomial. Também foi testada a proporção sexual para todo o período amostral utilizando o teste qui-quadrado (χ^2). Para ambos os testes, as hipóteses eram:

H_0 : as proporções comparadas são iguais;

H_a : as proporções são diferentes.

2.4.2 Modelo linear múltiplo

Para verificar a possível influência do período do ano (meses como variáveis binárias), sexo (variável binária com fêmea igual a 1), variáveis morfométricas (largura e comprimento da quela, largura do abdômen e peso total de cada indivíduo) e índice pluviométrico no tamanho dos espécimens (LC), foi criado um modelo linear generalizado a partir de regressão linear múltipla. Para selecionar as variáveis significativas no modelo, foi utilizado o processo de *stepwise*, associado ao transformador de Box e Cox (Box; Cox, 1964) simplificado. Para avaliar a consistência do modelo, foram utilizadas a estatística “F” da análise de variância para regressão ($p < 0,05$) e o índice determinístico R^2 (Mendes, 1999).

2.4.3 Crescimento relativo

Para exame do crescimento relativo, dados biométricos foram agrupados de acordo com o sexo de cada indivíduo. As relações LC x CC, LC x LQ, LC x CQ e LC x LA foram observadas através da equação linear

$$y = a + bx ,$$

onde x é a variável independente (LC) e y a variável dependente (CC, LQ, CQ, LA), a é o intercepto entre os eixos e b é a inclinação da curva ou coeficiente angular. O valor de b define, então, o tipo de crescimento relativo, podendo assumir três possibilidades: 1) $b > 1$, indicando um crescimento alométrico positivo (a variável dependente cresce em maior proporção que a largura); 2) $b < 1$, onde o crescimento é considerado alométrico negativo (a variável dependente cresce em menor proporção que a largura); 3) $b = 1$, significando que o

crescimento é isométrico (as variáveis crescem em proporções iguais).

Também foi verificado o crescimento relativo para a relação LC x PT a partir da equação potencial

$$y = ax^b,$$

sendo x a variável independente (LC) e y a variável dependente (PT), a o intercepto e b o coeficiente de alometria, com o valor deste indicando o tipo de crescimento: 1) $b > 3$ para crescimento alométrico positivo (o peso aumenta em maior proporção que a largura); 2) $b < 3$, para crescimento alométrico negativo (a largura cresce em maior proporção que o peso); 3) $b = 3$, para crescimento isométrico (o peso aumenta proporcionalmente com a largura).

Foi visto, para cada relação, se havia diferença entre as retas de crescimento de machos e fêmeas. Para isso, foi utilizado o teste “W” de comparação de modelos pelos parâmetros, que se baseia na máxima verossimilhança e utiliza a distribuição de qui-quadrado (Mendes, 1999), em que:

$$W = \left[(n_1 + n_2) \ln \left(\frac{SQres_{1,2}}{n_1 + n_2} \right) \right] - \left[n_1 \ln \left(\frac{SQres_1}{n_1} \right) \right] - \left[n_2 \ln \left(\frac{SQres_2}{n_2} \right) \right],$$

onde n é o número de pontos, SQres é a soma de quadrado de resíduo, 1 representa a reta 1 e 2 representa a reta 2. SQres_{1,2} é obtida da Análise de Variância da junção dos dados das duas retas. Tal teste tem como hipóteses:

$$H_0: a_1 = a_2 \text{ e } b_1 = b_2$$

H_a: os coeficientes das equações são diferentes.

2.4.4 Tamanho da primeira maturação

Para estimar o tamanho em que 50% dos indivíduos estão aptos à reprodução (LC₅₀), os indivíduos foram divididos por sexo e, em seguida, cada sexo foi dividido de acordo com a maturação morfométrica e gonadal. Para a gonadal, fêmeas juvenis eram aquelas classificadas como imatura de acordo com o estágio de maturação microscópico, enquanto fêmeas adultas eram aquelas classificadas nos demais estágios. Já para os machos, os adultos eram os indivíduos classificados como maduro e os juvenis como imaturo. Após, a frequência relativa dos machos e fêmeas adultas foi calculada em cada classe de tamanho. Os dados foram, então, ajustados no modelo logístico:

$$Y = \frac{1}{1 + e^{(a+bX)}},$$

onde Y é a frequência relativa dos indivíduos adultos, X é a LC₅₀ e a e b são os coeficientes da equação. Após o valor da LC₅₀ ser conhecido, foi feita uma análise comparativa

com dados de primeira maturação morfológica e fisiológica adquiridos em uma pesquisa realizada entre 2007 e 2008 no mesmo local com a mesma espécie (Shinozaki-Mendes, 2008). A autora obteve os valores para machos e fêmeas, respectivamente, de 6,22 e 5,87 cm para maturidade fisiológica e 6,91 e 6,12 cm para maturidade morfológica. A comparação foi realizada também pelo teste “W” de comparação de modelos pelos parâmetros, comparando-se, entre os mesmos sexos: 1) maturidade morfológica (2008) x maturidade morfológica (2024); e 2) maturidade fisiológica (2008) x maturidade fisiológica (2024).

2.4.5 Tratamento para índice gonadossomático

Para verificar os períodos de maior alocação de energia para reprodução, foi calculado o índice gonadossomático (IGS), que tem como equação

$$IGS = \left(\frac{PG}{PT} \right) 100 ,$$

onde PG é peso da gônada e PT é o peso total do indivíduo. Os índices foram separados por mês e por estágio de maturação gonadal. Os valores de IGS foram confirmados como não normais e heterogêneos pelos testes de Shapiro-Wilk e de Cochran ($p < 0,05$), respectivamente, e seguiram para ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis e teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$), para comparação das medianas (Mendes, 1999) entre meses, entre estágios de maturação microscópicos e entre meses e estágios de maturação, tendo como hipóteses:

H_0 : os tratamentos não diferem entre si;

H_a : os tratamentos diferem entre si.

Para apurar se os valores mensais do IGS estavam de acordo com o estágio de maturação microscópico, foi calculada a proporção entre fêmeas maduras e em outros estágios a partir do teste paramétrico de proporção.

2.4.6 Tratamento para tocas abertas e fechadas

Para as quantidades obtidas de tocas abertas e fechadas também foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e de Cochran, obtendo uma amostra não normal e heterogênea ($p < 0,05$), respectivamente. Por conta disso, foi igualmente feita uma ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis seguida do teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$) comparando-se as medianas (Mendes, 1999) do número de tocas abertas e fechadas entre os meses.

A partir dos dados obtidos na totalidade dos quadrantes montados nas áreas de coleta, a densidade populacional foi calculada pela equação

$$D = \frac{N}{A},$$

onde D é a densidade, N é o número de tocas contadas (indivíduos) e A é a área total dos quadrantes (m²). Por uma toca ser geralmente ocupada por apenas um indivíduo, indivíduos juvenis (menores que 10 mm de largura da carapaça) podem ser encontrados em tocas com caranguejos adultos, segundo Wolcott (1988). Para este estudo, considerou-se, então, que uma toca é equivalente a um caranguejo. Com a densidade calculada, estimou-se a abundância do caranguejo pelo produto entre a densidade e a extensão de seu habitat na área de estudo (6700 m²).

3 CAPÍTULO 1: BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CARANGUEJO GUAIAMUM (*Cardisoma guanhumi* LATREILLE, 1828) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (CE)

Biologia populacional e reprodutiva do caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi* latreille, 1828) do estuário do rio Jaguaribe (CE)

Population and reproductive biology of the land crab (*Cardisoma guanhumi* latreille, 1828) from the Jaguaribe river estuary (CE)

RESUMO

O objetivo foi analisar traços da biologia populacional e reprodutiva de *Cardisoma guanhumi* presente na foz do estuário do rio Jaguaribe (CE) e comparar com dados anteriores para investigar mudanças na história de vida da população. Ocorreram capturas bimestrais, de março de 2023 a janeiro de 2024, sendo coletados 169 indivíduos. A proporção sexual foi 1:1, indicando equilíbrio populacional. O sexo, o peso, o comprimento da quela, a largura do abdômen e a pluviometria possuem relação significativa ($p < 0,05$) com a largura da carapaça. Os tamanhos de primeira maturação morfológica foram 5,84 e 6,0 cm, enquanto fisiológica foram 5,16 e 4,49 cm, para fêmeas e machos, respectivamente. A comparação com tamanhos de maturidade obtidos em 2008 mostrou que a população está amadurecendo mais cedo, com diferença estatística no tamanho de maturação gonadal ($p < 0,05$). O índice gonadossomático indicou um período reprodutivo entre novembro e maio, meses próximos e dentro da estação chuvosa da região. Já a quantidade de tocas abertas e fechadas indicou um período de maior atividade de muda entre maio e setembro, meses mais secos. A densidade populacional foi de 2,04 ind./m², com abundância estimada em 13668 indivíduos. Os resultados aqui apresentados mostram que o ambiente está selecionando indivíduos com menor alocação de energia em crescimento somático e maior investimento em reprodução, que, em consequência, podem estar aumentando sua fecundidade com produção de maior quantidade de ovos por ninhada, de forma a garantir a existência de gerações futuras.

Palavras-chave: Brachyura; história de vida; crescimento; reprodução; densidade populacional.

ABSTRACT

The objective was to analyze traces of the population and reproductive biology of *Cardisoma guanhumi* present at the mouth of the Jaguaribe River estuary (CE) and compare with previous data to investigate changes in the population's life history. Captures took place bimonthly, from March 2023 to January 2024, with 169 individuals collected. The sex ratio was 1:1, indicating population balance. Sex, weight, chela length, abdomen width and rainfall have a significant relationship ($p < 0.05$) with carapace width. The sizes at first morphological maturation were 5.84 and 6.0 cm, while physiological sizes were 5.16 and 4.49 cm, for females and males, respectively. Comparison with maturity sizes obtained in 2008 showed that the population is maturing earlier, with a statistical difference in gonadal maturation size ($p < 0.05$). The gonadosomatic index indicated a reproductive period between November and May, months close to and within the region's rainy season. The number of open and closed burrows indicated a period of greater molting activity between May and September, drier months. The population density was 2.04 individuals/m², with an estimated abundance of 13,668 individuals. The results presented here show that the environment is selecting individuals with lower energy allocation in somatic growth and greater investment in reproduction, which, as a result, may be increasing their fecundity with the production of a greater quantity of eggs per clutch, in order to guarantee the existence of future generations.

Keywords: Brachyura; life's history; growth; reproduction; population density.

3.1 Introdução

Estratégias de história de vida de recursos pesqueiros, como tamanho da maturidade, fecundidade e período reprodutivo (Hartnoll, 2006), são base para avaliação e gestão das espécies. A teoria de história de vida fala que essas estratégias são resultados da interação entre crescimento, reprodução e manutenção, processos biológicos que competem por tempo e energia (Gadgil; Bossert, 1970). Mesmo para uma mesma espécie, essa interação varia em resposta à diferentes condições ambientais, o que gera diferentes estratégias de alocação de energia que proporcionam vantagens de aptidão (Kaplan; Gangestad, 2005; Brommer, 2000). A teoria de história de vida busca, então, explicar as variações nestes traços e prever as melhores decisões para os problemas de demanda conflitante em resposta ao ambiente e às pressões exercidas por este (Ricklefs; Wikelski, 2002; Kaplan; Gangestad, 2005; Stearns, 2000, 1976).

Sazonalidade, disponibilidade de recursos, densidade populacional, patógenos, predação e destruição do habitat são fatores que podem alterar a história de vida (Ricklefs; Wikelski, 2002; Kaplan; Gangestad, 2005).

Um dos seres vivos que está suscetível a sobrepesca e a alterações em seu habitat é o caranguejo terrestre *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828, uma espécie com ampla distribuição geográfica pela costa oeste do Oceano Atlântico, presente desde os EUA até o Brasil (Melo, 1996). Vive em áreas adjacentes aos manguezais ou ao longo de canais, construindo suas galerias em áreas de apicum (Melo, 1996; Pinheiro *et al.*, 2016). É considerado um engenheiro do ecossistema por seus impactos provocados no ambiente em que vive, modulando recursos de outras espécies e causando mudanças no ambiente (Hogarth, 2007; Quintero-Torres; Chacón; López-Sánchez, 2018).

Além da importância ecológica, possui alto valor econômico em países da América Latina, muito devido ao tamanho que pode alcançar e à alta percentagem de carne (Carmona-Suárez, 2011; Silva; Oshiro, 2002). No Brasil, é um prato bastante apreciado no litoral nordestino, com um grande valor socioeconômico associado às comunidades que vivem nas áreas estuarinas e que têm como principal sustento a pesca artesanal (Botelho; Santos; Souza, 2001). Neste país, as populações do caranguejo decresceram de maneira acelerada, com redução de cerca de 88% na produção entre 1994 e 2007 (Dias Neto, 2011) causada pela sobreexploração e destruição de seu habitat (Pinheiro *et al.*, 2016), levando-o a ser categorizado como espécie Criticamente em Perigo de extinção em 2014, de acordo com os critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) (Brasil, 2014). Hoje, no entanto, após novas análises dos estoques, *C. guanhumi* é categorizado como espécie Vulnerável de extinção (Brasil, 2022).

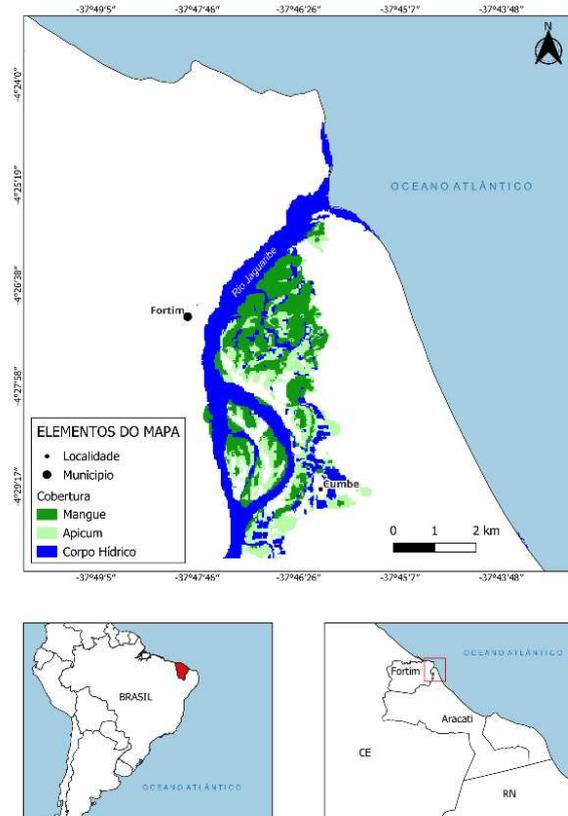
Espécies de história de vida lenta possuem maior vulnerabilidade às pressões antrópicas (Mundinger *et al.*, 2022), algo visto para *C. guanhumi*, pelo seu crescimento lento e maturação tardia. Trabalhos que verificaram a estrutura populacional e reprodutiva da espécie mostram que a densidade populacional é menor em áreas de supressão da vegetação e alteração do uso da terra em comparação com áreas de manguezal com vegetação preservada (Guimarães, 2019; Novais; Carvalho; Couto, 2021; Taissoun, 1974; Carmona-Suárez; Guerra-Castro, 2018; Rivera, 2005). A supressão do habitat e a pesca também influenciam no tamanho de maturação e no tamanho que o caranguejo pode atingir, com o ambiente selecionando indivíduos menores e com maturação antecipada (Guimarães, 2019; Silva, 2013). Dessa forma, existe maior predominância de indivíduos jovens e adultos com menor porte ao longo da costa brasileira atualmente (Pinheiro *et al.*, 2016).

Conhecer indicadores da dinâmica populacional e reprodutiva de espécies de crustáceos economicamente importantes são essenciais para entender como elas são afetadas pelas pressões antrópicas e para o avanço de legislações e gestão de recursos pesqueiros. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever a estrutura populacional desta espécie em uma área de manguezal do estuário do rio Jaguaribe, no estado do Ceará, Brasil, no que diz respeito à densidade populacional, razão sexual, distribuição de frequência de tamanho, crescimento e tamanho de primeira maturação, e comparar com dados anteriores para a mesma localidade para investigar possíveis mudanças na história de vida da população de *C. guanhumi*.

3.2 Material e Métodos

A pesquisa foi autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO – ICMBio) e seguiu as diretrizes brasileiras para coleta de espécimes (processo 86631-1). Espécimens de *C. guanhumi* foram coletados na foz do estuário do rio Jaguaribe (04°23'S a 04°30'S e 37°49'O a 37°43'O), localizado entre os municípios de Fortim e Aracati, na costa leste do Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 9). As coletas ocorreram a cada dois meses durante o período de um ano, de março de 2023 a janeiro de 2024. Coletas bimestrais se dão pela vulnerabilidade da espécie, já que se encontra ameaçada de extinção, e pelo objetivo do trabalho, pois o número de coletas realizadas é suficiente para representar os diferentes estágios de vida e reprodutivos do caranguejo no decorrer do ano. As capturas foram feitas por meio de armadilhas artesanais, conhecidas como “ratoeiras”, colocadas na entrada das tocas dos caranguejos (ver Takahashi; Nishida, 2018). A escolha das tocas para deixar cada armadilha foi aleatória, não havendo preferência por entradas com diâmetros específicos.

Figura 9 – Mapa esquemático da foz do estuário do rio Jaguaribe evidenciando o manguezal presente na região



Fonte: elaborado pelo autor.

Em cada coleta foram montados aleatoriamente cinco quadrantes de 25 m² (5 m x 5 m) para contagem de tocas, abrangendo, ao final do estudo, diferentes regiões do estuário. As tocas contabilizadas, seguindo classificação de Carmona-Suárez (2011), foram aquelas abertas com presença de lama fresca na entrada, partículas fecais, rastros de extremidades de caranguejo e/ou presença de alimentos em sua entrada, indicando atividade do caranguejo e consequente utilização da toca, ou fechadas com lama fresca ou recentemente depositada, indicando haver caranguejo em período de muda. Por uma toca ser geralmente ocupada por um indivíduo (Wolcott, 1988), considerou-se para este estudo uma toca equivalente a um caranguejo. Com os dados obtidos na totalidade dos quadrantes, a densidade populacional foi calculada pela equação $D = N/A$, onde D é a densidade, N é o número de tocas contadas (indivíduos) e A é a área total dos quadrantes (m²). Com a densidade calculada, estimou-se a abundância do caranguejo pelo produto entre a densidade e a extensão de seu habitat na área de estudo (6700 m²).

Em laboratório, os espécimes foram mantidos em refrigerador por aproximadamente 20 minutos para redução do metabolismo. Anestesiados, foi registrado o sexo

de cada indivíduo macroscopicamente, com base no formato dos abdomens (Botelho *et al.*, 2009). Também foram pesados (PT) em balança digital com precisão de 0,01 g e mensurados com paquímetro manual com precisão de 0,05 mm quanto ao comprimento (CC) e largura (LC) do cefalotórax, comprimento (CQ) e largura (LQ) da maior quela (primeiro pereiópodo direito ou esquerdo) e largura do 5° (LA) segmento abdominal em sua porção mediana. Com as medidas, foi determinada a maturidade morfométricas de machos e fêmeas seguindo critério de Shinozaki-Mendes (2008).

Após, os animais foram dissecados e retirou-se os ovários e os vasos deferentes para preparação histológica. Os ovários das fêmeas também foram pesados. As gônadas foram fixadas em formol 10%, desidratadas em séries crescentes de álcool, diafanizadas em xilol, impregnadas e incluídas em parafina a 60°C e seccionadas a 5µm em micrótomo manual. As secções foram coradas pelo método Tricrômico de Gomori (Bermer *et al.*, 1976). Os indivíduos foram, então, classificados de acordo com os estágios de desenvolvimento gonadal microscópico utilizados por Shinozaki-Mendes (2008). O índice gonadossomático (IGS) foi determinado pela equação $IGS = (PG/PT) * 100$, onde PG é peso da gônada e PT é o peso total do indivíduo, e os valores separados por mês e por estágio de maturação gonadal.

3.2.1 Análises estatísticas

Os valores de LC e de IGS e a quantidade de tocas abertas e fechadas foram inicialmente testados quanto a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (teste de Cochran). Os tamanhos de LC sofreram transformação de Box-Cox e se apresentaram normais e homocedásticos ($p \geq 0,05$) e foram alocados em dez classes de tamanho, valor aproximado ao obtido pela fórmula de Sturges (1926), de 0,4 cm cada uma. A proporção sexual foi testada para cada classe de tamanho e cada mês de coleta pelo teste paramétrico de proporção que utiliza a distribuição binomial. Também foi testada para todo o período amostral utilizando o teste qui-quadrado (χ^2).

Para os valores de IGS e a quantidade de tocas abertas e fechadas, ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis seguida do teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$) foi utilizada para comparação das medianas (Mendes, 1999) do número de tocas abertas e fechadas entre os meses e das medidas de IGS entre meses, entre estágios de maturação microscópicos e entre meses e estágios de maturação. Para apurar se os valores mensais do IGS estavam de acordo com o estágio de maturação microscópico, foi calculada a proporção entre fêmeas maduras e em outros estágios pelo teste paramétrico de proporção.

Para verificar a influência do período do ano (meses como variáveis binárias), sexo (variável binária com fêmea igual a 1), variáveis morfométricas (largura e comprimento da quela, largura do abdômen e peso total) e pluviometria no tamanho dos espécimens (LC), foi criado um modelo linear generalizado a partir de regressão linear múltipla. Para selecionar as variáveis significativas no modelo, foi utilizado o processo de *stepwise*, associado ao transformador de Box e Cox (Box; Cox, 1964) simplificado, e a estatística “F” da análise de variância para regressão ($p < 0,05$) e o índice determinístico R^2 (Mendes, 1999) para avaliar a consistência do modelo.

Para analisar o crescimento relativo, dados biométricos foram agrupados de acordo com o estágio de maturação morfométrico para cada sexo. As relações LC x CC, LC x LQ, LC x CQ e LC x LA foram observadas através da equação linear $y = a + bx$, enquanto a relação LC x PT foi obtida pela equação potencial $y = ax^b$, onde x é a variável independente (LC) e y a variável dependente (CC, LQ, CQ, LA e PT), a é o intercepto e b o coeficiente de alometria. O valor de b indica os padrões de crescimento, podendo ser alométrico positivo ($b > 1$ para equação linear; $b > 3$ para equação potencial), alométrico negativo ($b < 1$ para equação linear; $b < 3$ para equação potencial) ou isométrico ($b = 1$ para equação linear; $b = 3$ para equação potencial). Para cada relação, foi visto se havia diferença entre as retas de crescimento de machos e fêmeas utilizando o teste “W” de comparação de modelos pelos parâmetros, que se baseia na máxima verossimilhança e utiliza a distribuição de qui-quadrado (Mendes, 1999).

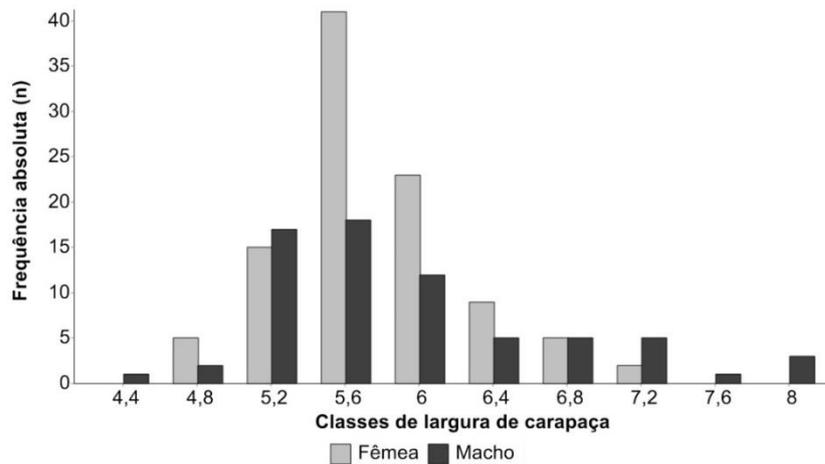
Para estimar o tamanho em que 50% dos indivíduos estão aptos à reprodução (LC_{50}), cada sexo foi dividido em imaturo e maduro morfologicamente e fisiologicamente e a frequência relativa foi calculada em cada classe de tamanho. Os dados foram, então, ajustados no modelo logístico $Y = 1 / 1 + \exp^{-(a+bX)}$, onde Y é a frequência relativa dos indivíduos maduros, X é a LC_{50} , a é o intercepto e b o coeficiente angular da equação. Com os valores de LC_{50} conhecidos, foi feita uma análise comparativa com dados de primeira maturação morfológica e fisiológica adquiridos em uma pesquisa realizada entre 2007 e 2008 no mesmo local com a mesma espécie (Shinozaki-Mendes, 2008) também utilizando o teste “W” de comparação de modelos pelos parâmetros, comparando-se, entre os mesmos sexos, as medidas de maturidade morfológica e maturidade fisiológica.

Todos os testes e análises foram realizados no *software* SisEAPRO v.4.0 (PPMendes, 2024), com nível de significância de 5%. Para correlacionar possíveis influências de fatores abióticos com os parâmetros analisados, foram obtidos dados pluviométricos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2024).

3.3 Resultados

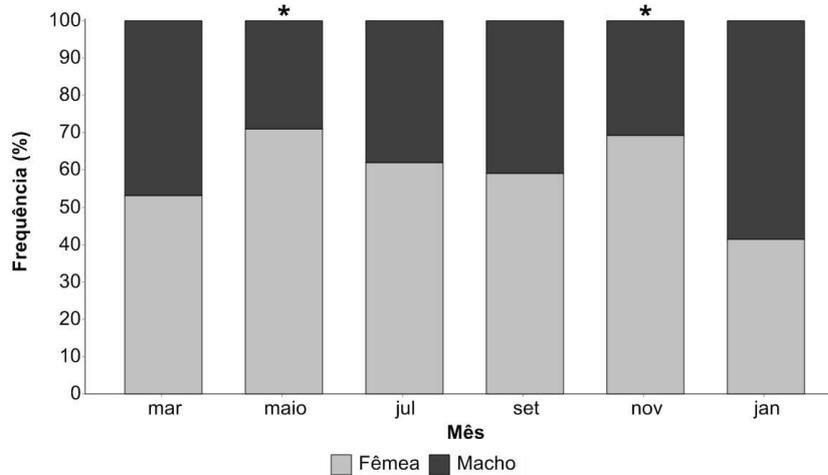
Um total de 169 indivíduos de *C. guanhumi* foram capturados, aproximadamente 28 por mês, com 100 fêmeas e 69 machos. A LC das fêmeas variou de 4,90 a 7,50 cm, com média $5,9095 \pm 0,0961$ e moda entre 5,6 e 6,0 cm, enquanto para os machos variou de 4,40 a 8,10 cm, com média $6,0739 \pm 0,1877$ e moda entre 5,20 e 6,00 cm (Figura 10). A menor e as maiores classes de LC apresentaram predominância de machos (Figura 10). Nas demais classes, houve diferença estatística entre o número de machos e fêmeas apenas naquelas que iniciavam em 5,60 e 6,00 cm. Ao longo dos meses, houve variação em maio e novembro, que apresentaram predominância de fêmeas (Figura 11), mas a proporção sexual para todo o período não diferiu estatisticamente ($p \geq 0,05$).

Figura 10 – Distribuição da frequência absoluta da largura da carapaça (LC) por classe de tamanho para machos e fêmeas de *C. guanhumi* capturados no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.
Os valores de LC indicam o tamanho inicial de cada classe.

Figura 11 – Frequência de machos e fêmeas de *C. guanhumi* por mês de coleta, amostrados no estuário do rio Jaguaribe (CE), de março de 2023 a janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

O asterisco (*) indica mês com diferença significativa na proporção sexual. mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

O modelo linear múltiplo gerou o modelo $LC = \beta_0 + \beta_1\text{Sexo} + \beta_2\text{Peso} + \beta_3\text{CQ} + \beta_4\text{LA} + \beta_5\text{Pluviometria}$, onde β_0 é o intercepto entre os eixos e β_{1-5} são os coeficientes padronizados de regressão, com $\beta_0 = 3,55$ e $R^2 = 0,90$. Com base no modelo, observa-se que os machos são maiores que as fêmeas, sendo o sexo a única variável negativa. Observa-se também que, por ordem de importância, as variáveis LA, CQ, peso e pluviometria também influenciam significativamente ($p < 0,05$) no tamanho dos indivíduos (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise de regressão linear múltipla com as variáveis que possuem relações significativas ($p < 0,05$) com a largura da carapaça de *C. guanhumi* e os valores dos coeficientes de regressão (β) de cada uma

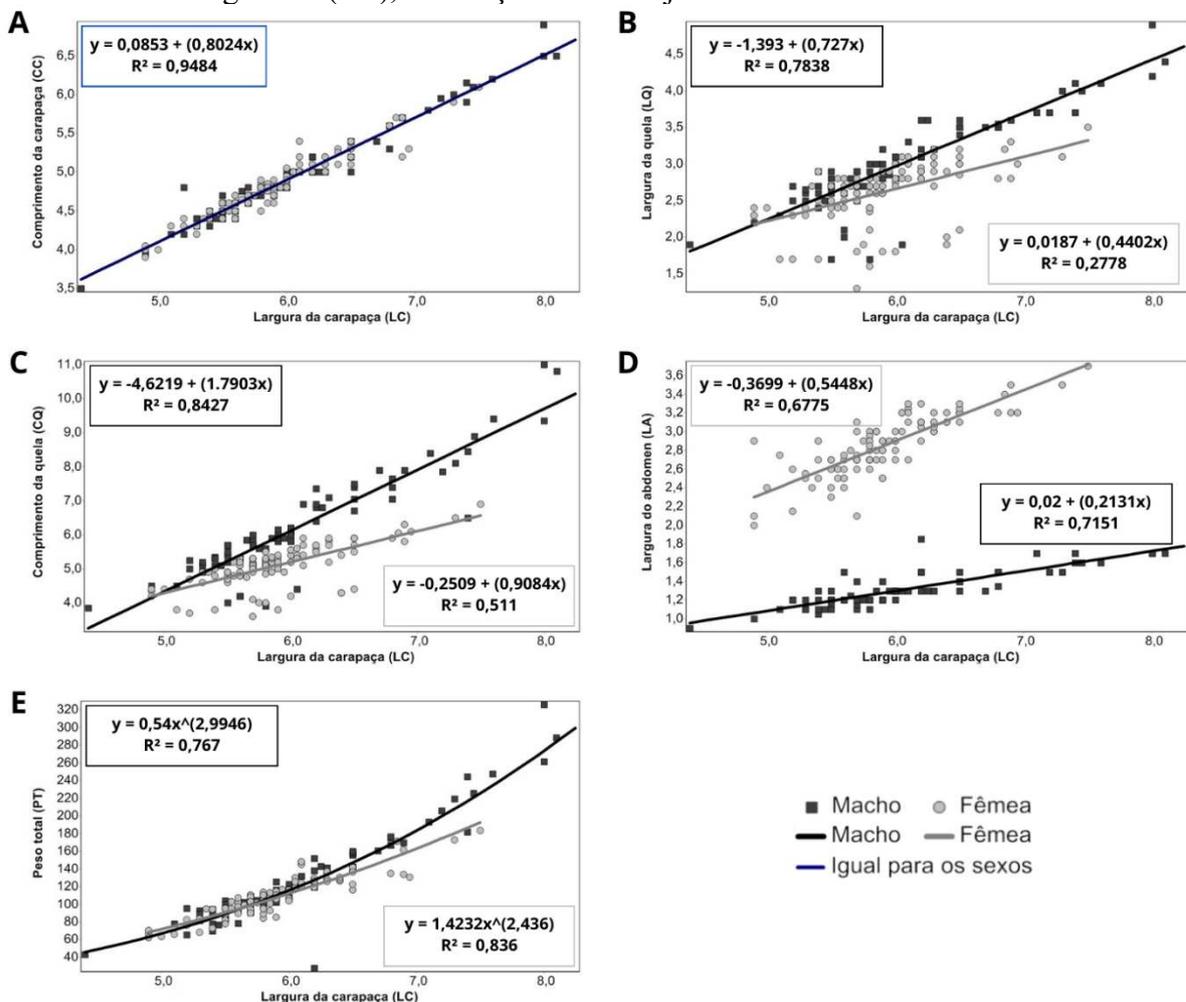
Variáveis	β
Sexo	-0,8051
Peso	0,0103
Comprimento da quela	0,0630
Largura do abdômen	0,5913
Pluviometria	0,0003

Fonte: Elaborado pelo autor.

As relações da largura da carapaça com comprimento da carapaça, largura da quela, largura do abdômen e peso total apresentaram crescimento alométrico negativo nos dois sexos,

com a relação LC x CC sendo estatisticamente igual para machos e fêmeas ($p \geq 0,05$) (Figura 12A-B, 12D-E). Já para a relação com o comprimento da quela, o crescimento foi alométrico negativo para as fêmeas e alométrico positivo para os machos (Figura 12C). Nas relações com os quelípodos, indivíduos que tiveram apêndices perdidos (em regeneração) podem ter influenciado a dispersão dos pontos, apresentando valores de LQ e CQ menores que o restante da amostra, com pontos próximos ao eixo x nos gráficos (Figura 12B-C).

Figura 12 – Gráficos das relações de crescimento relativo evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas e curvas de regressão entre machos e fêmeas, as equações de cada relação e o coeficiente de determinação (R^2) para machos (preto) e fêmeas (cinza) de *C. guanhumi* do estuário do rio Jaguaribe (CE), de março de 2023 a janeiro de 2024



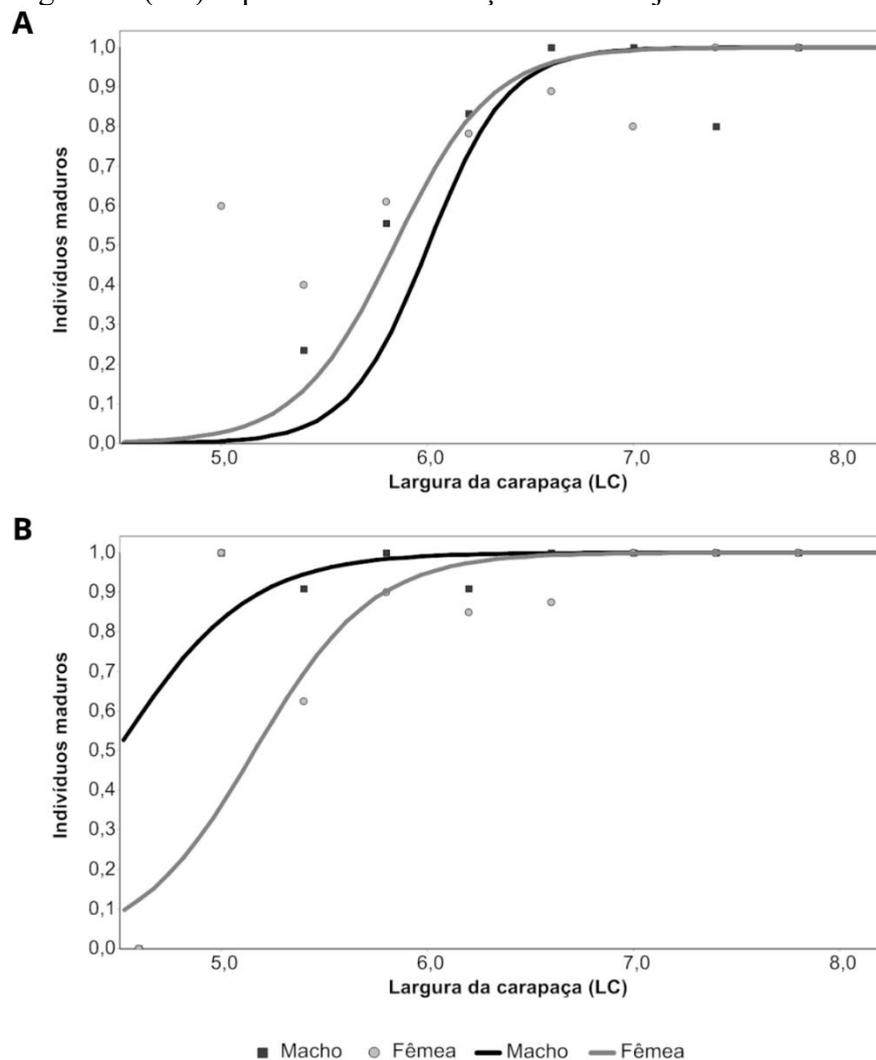
Fonte: Elaborado pelo autor.

A. relação LC x CC com igualdade estatística entre macho e fêmea, mostrando uma reta única e equação da relação no quadro azul; B. relação LC x LQ; C. relação LC x CQ; D. relação LC x LA; E. relação LC x PT.

O tamanho da largura da carapaça da primeira maturação morfológica (LC_{50}) foi 6,00 e 5,84 cm para machos e fêmeas, respectivamente (Figura 13A). O tamanho da primeira maturação fisiológica foi 5,16 cm para fêmeas e 4,49 cm para machos (Figura 13B). Foi

estimado, também, o tamanho de maturação máximo (LC₉₉), sendo a fisiológica 5,95 e 6,47 cm e a morfológica 6,89 e 6,92 cm para machos e fêmeas, respectivamente. Uma vez estimadas as LC₅₀, as comparações com os dados de Shinozaki-Mendes (2008) (6,22 e 5,87 cm para maturidade fisiológica e 6,91 e 6,12 cm para maturidade morfológica de machos e fêmeas, respectivamente) mostraram que apenas os tamanhos de maturação gonadal diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Figura 13 – Porcentagem de indivíduos de *C. guanhumi* aptos à reprodução por classes de largura de carapaça (LC) do estuário do rio Jaguaribe (CE) capturados entre março de 2023 e janeiro de 2024



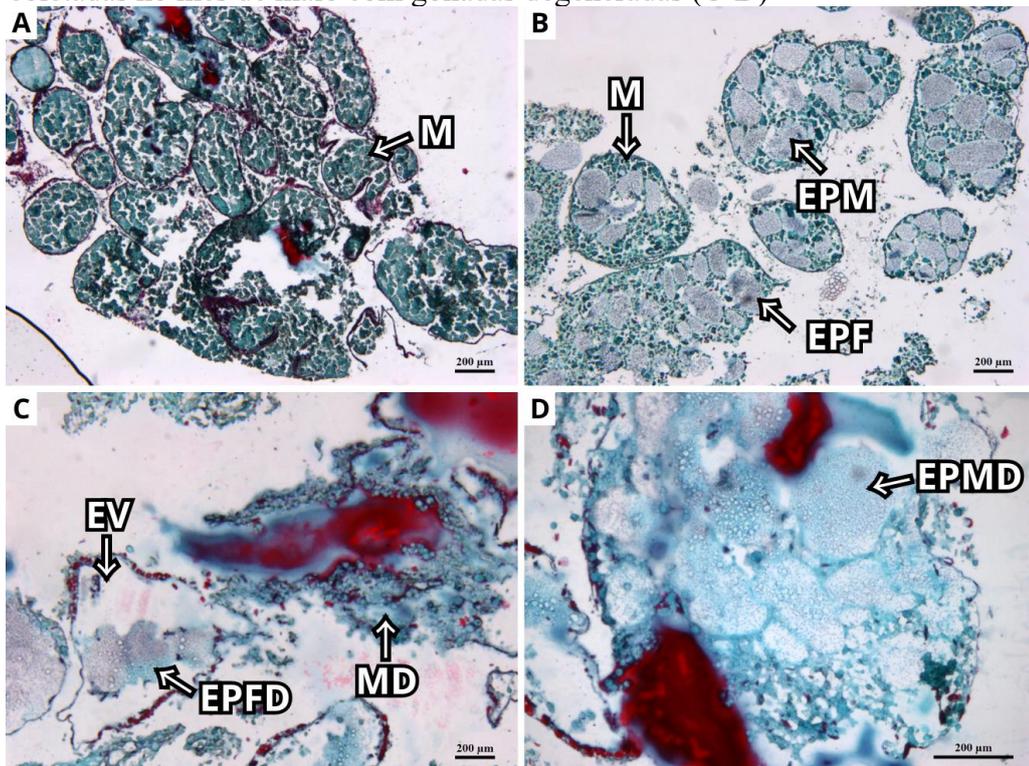
Fonte: elaborado pelo autor.

A. Gráfico gerado para estimativa de LC₅₀ morfológico de machos e fêmeas. B. Gráfico gerado para estimativa de LC₅₀ fisiológico de machos e fêmeas.

A estimativa da LC₅₀ fisiológica não considerou os estágios de maturação gonadal microscópicos dos indivíduos coletados no mês de maio, pois houve uma reação exotérmica

entre as gônadas e o fixador histológico, formol 10%, levando a desintegração dos fragmentos de vasos deferentes (Figura 14C-D) e ovários (Figura 15F-H), que, quando comparados com vasos deferentes (Figura 14A-B) e ovários (Figura 15A-E) em bons estados, apresentavam degeneração celular e grandes espaços vazios nos tecidos, inviabilizando a análise microscópica das gônadas.

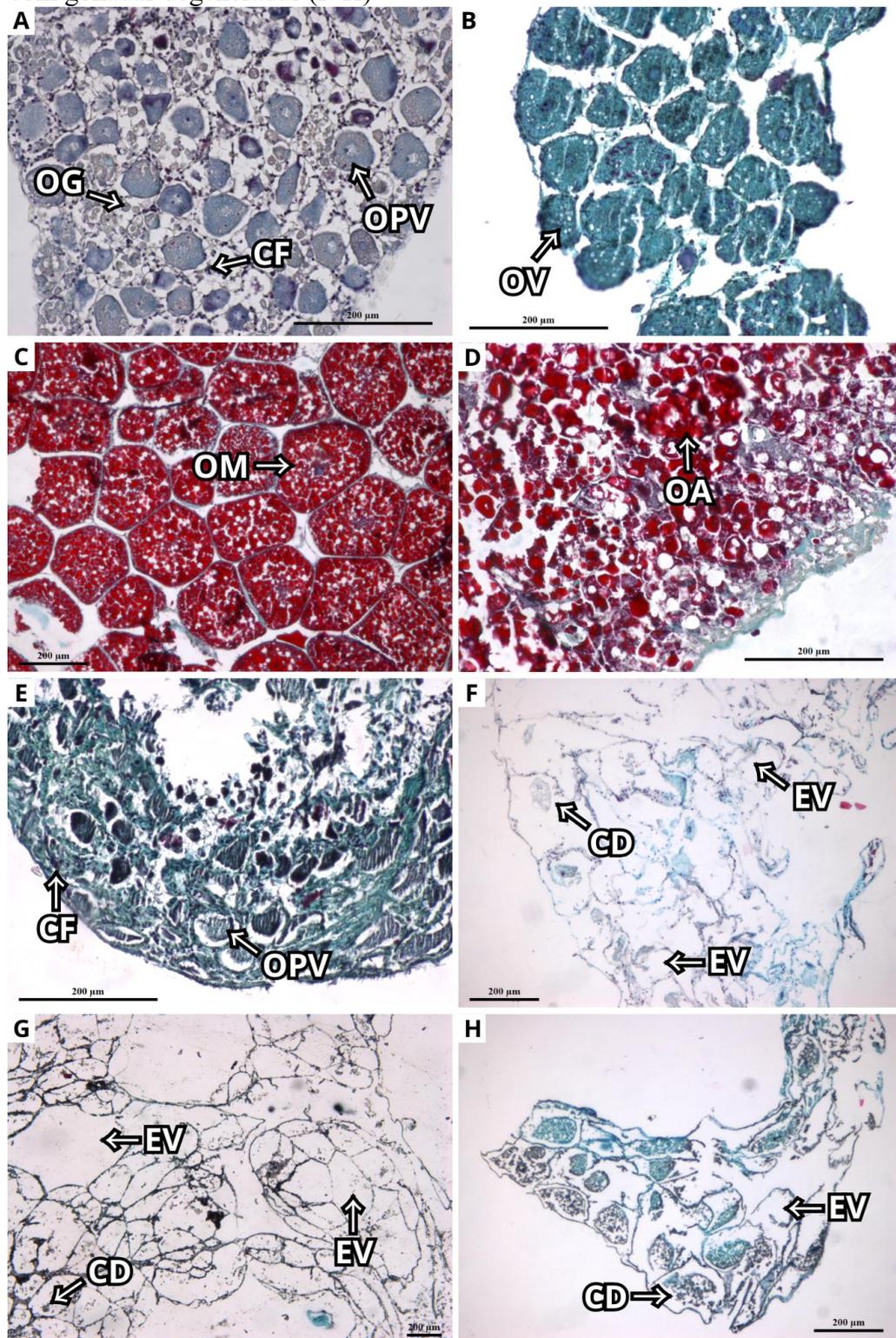
Figura 14 – Fotomicrografias de secções de vaso deferente posterior de machos de *C. guanhumi* em diferentes estágios de maturação (A-B) e de machos coletadas no mês de maio com gônadas degeneradas (C-D)



Fonte: elaborado pelo autor.

A. Macho imaturo. B. Macho maduro. C e D. Vasos deferentes posterior com desintegração celular e de componentes somáticos dos tecidos. M = matriz; EPF espermatóforo; EV = espaço vazio; EPFD = espermatóforo em degeneração; MD = matriz em degeneração.

Figura 15 – Fotomicrografias de secções de ovários de fêmeas de *C. guanhumí* em diferentes estágios de maturação (A-E) e de fêmeas coletadas no mês de maio com gônadas degeneradas (F-H)

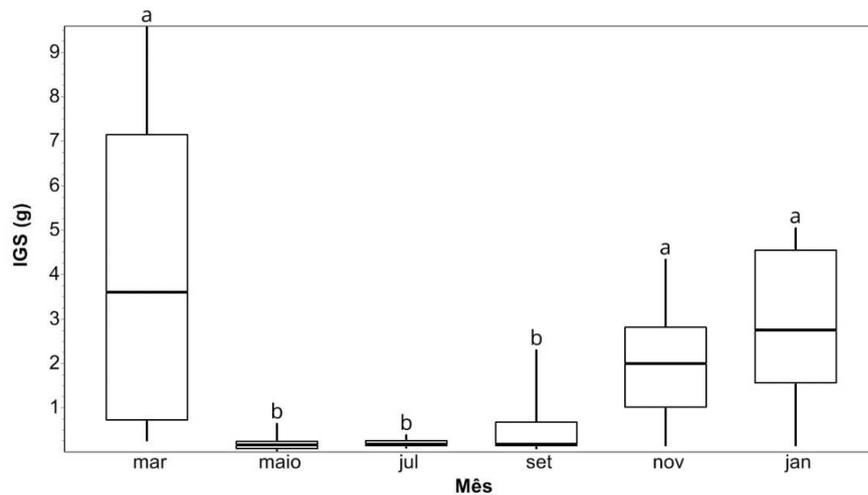


Fonte: elaborado pelo autor.

A. Fêmea imatura. B. Fêmea em maturação. C. Fêmea madura. D. Fêmea em desova. E. Fêmea em repouso. F, G e H. Ovários com desintegração celular e de componentes somáticos e grandes espaços vazios nos tecidos. OG = oogônia; OPV = oócito pré-vitelogênico; OV = oócito vitelogênico; OM = oócito maduro; OA = oócito atrésico; CF = células foliculares; EV = espaço vazio; CD = célula em degeneração.

A análise mensal do índice gonadosomático mostrou diferenças significativas entre os meses ($p < 0,05$), sendo formado dois grupos na análise: um constituído por março (mediana: 3,598), novembro (mediana: 2,0042) e janeiro (mediana: 2,7538) e o outro por maio (mediana: 0,1731), julho (mediana: 0,1896) e setembro (mediana: 0,1754) (Figura 16). Para os estágios de maturação, foram verificadas diferenças significativas entre os estádios ($p < 0,05$), havendo igualdade entre fêmeas imaturas (mediana: 0,1444) e em repouso (mediana: 0,1896) e estas diferindo de fêmeas maduras (mediana: 2,7027) (Figura 17). Fêmeas em maturação (mediana: 0,5097) e em desova (mediana: 0,8431) foram estatisticamente iguais aos demais estágios (Figura 17). A comparação entre os meses e os estágios de maturação demonstrou que os meses de maior IGS, março, novembro e janeiro, são estatisticamente iguais ao estágio madura, enquanto os demais meses são estatisticamente iguais aos estágios imatura, em repouso e em desova.

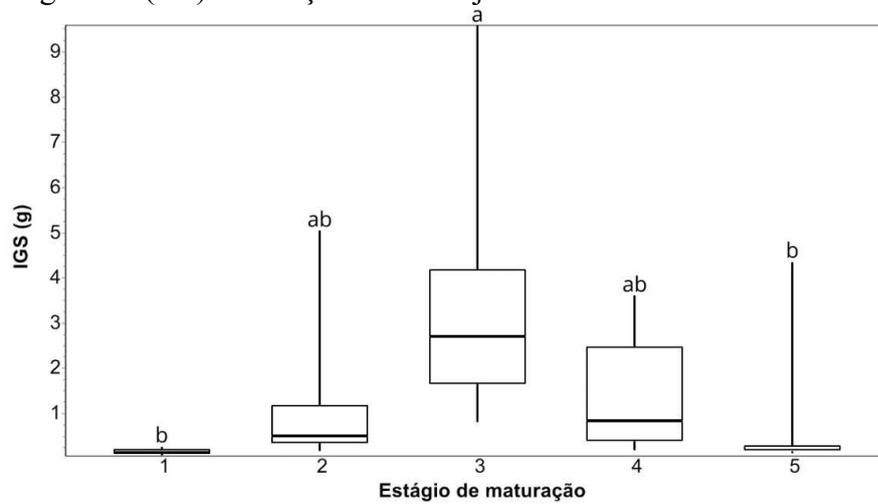
Figura 16 – Variação mensal no IGS do *C. guanhumi* no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

As letras indicam as igualdades e diferenças entre os meses. mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

Figura 17 – Variação do IGS entre os diferentes estágios de maturação gonadal microscópico de *C. guanhumi* do estuário do rio Jaguaribe (CE) de março de 2023 a janeiro de 2024

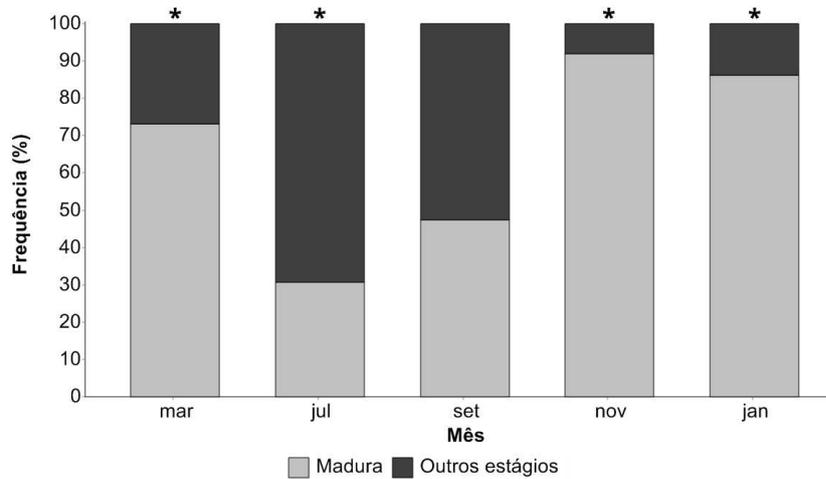


Fonte: elaborado pelo autor.

As letras indicam as igualdades e diferenças entre os estágios de maturação fisiológico das fêmeas, sendo 1 = imatura, 2 = em maturação, 3 = madura, 4 = em desova e 5 = em repouso. mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

A frequência de fêmeas maduras apresentou diferença estatística com os demais estágios nos meses de março, novembro e janeiro, apresentando maior proporção, e maio, com menor proporção (Figura 18). O maior valor de mediana do IGS ocorreu no mês com maior precipitação, com diminuição em meses seguintes, com baixa ou nenhuma pluviosidade, e aumento nos meses que com retorno das chuvas, novembro e janeiro (Figura 19).

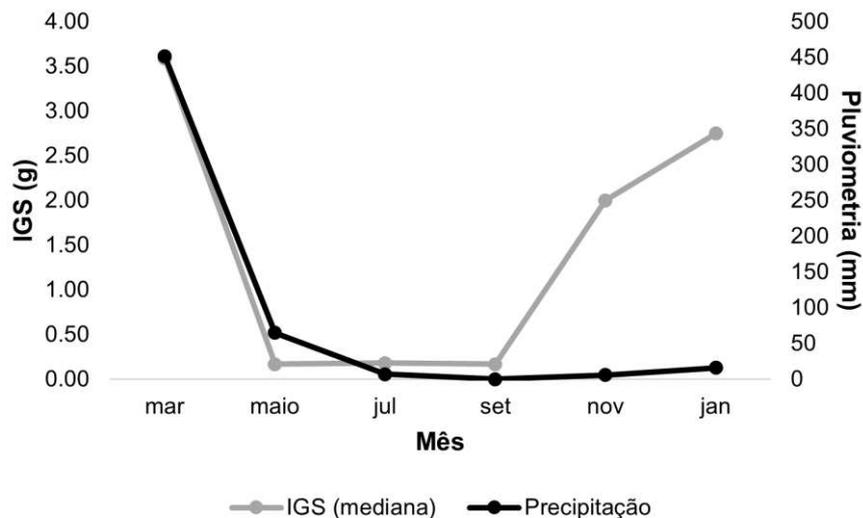
Figura 18 – Frequência de fêmeas maduras e em outros estágios de maturação gonadal microscópica de *C. guanhumí* por mês de coleta, coletadas no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

Os asteriscos (*) indicam os meses com diferença significativa na proporção de fêmeas maduras e em outros estágios. mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

Figura 19 – Correlação entre o mês de coleta, precipitação (mm) e mediana mensal do índice gonadosomático (IGS) (g) de fêmeas de *C. guanhumí* do estuário do rio Jaguaribe (CE) coletado entre março de 2023 e janeiro de 2024



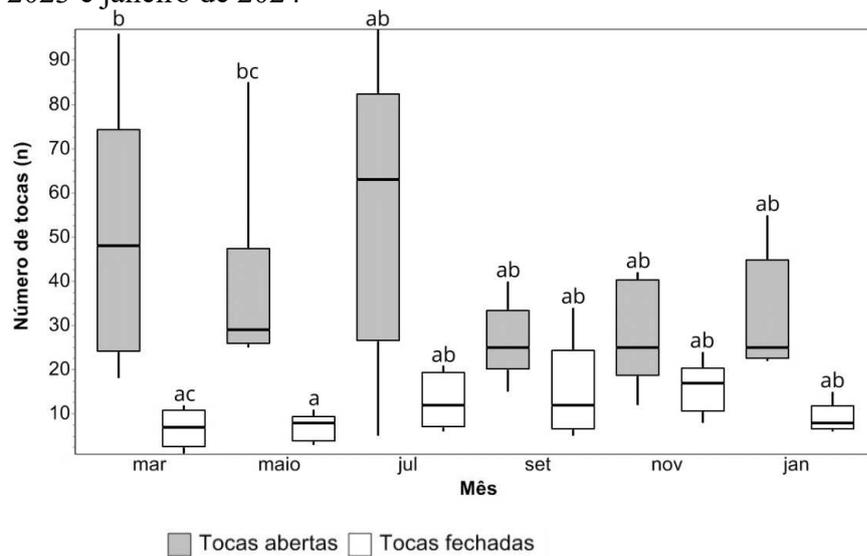
Fonte: elaborado pelo autor.

mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

Foram registradas 1530 tocas de *C. guanhumí*, sendo 1190 abertas e 340 fechadas. A quantidade de entradas abertas e fechadas entre os meses foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$), com igualdade estatística entre o número de tocas abertas e entre o número de tocas fechadas de março e maio ($p \geq 0,05$) e entre tocas fechadas de março e abertas de maio ($p \geq$

0,05) (Figura 20). Os demais meses são estatisticamente iguais as entradas abertas e fechadas de março e maio ($p \geq 0,05$) (Figura 20). Há um aumento no número de tocas fechadas no período de menor quantidade de chuvas, com o inverso ocorrendo com a quantidade de tocas abertas (Figura 21).

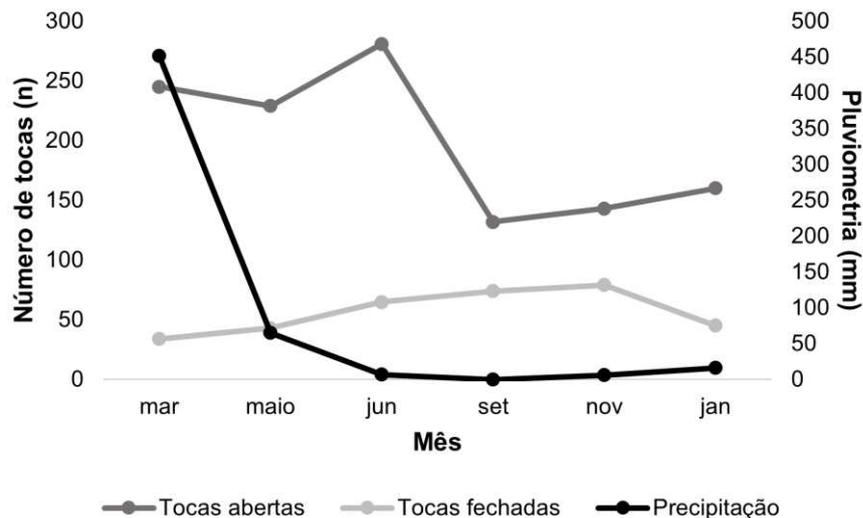
Figura 20 – Variação mensal no número de tocas abertas e fechadas do *C. guanhumi* no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

As letras indicam as igualdades e diferenças entre os meses. mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

Figura 21 – Correlação entre o mês de coleta, precipitação (mm) e número de tocas abertas e fechadas de *C. guanhumi* no estuário do rio Jaguaribe (CE) entre março de 2023 e janeiro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

mar = março; jul = julho; set = setembro; nov = novembro; jan = janeiro.

A densidade populacional foi de 2,04 ind./m², com uma população estimada em 13668 indivíduos para a área total do estudo (6700 m²).

3.4 Discussão

Em populações naturais, a proporção de machos e fêmeas tende a ser 1:1 (Fisher, 1930), sendo a encontrada no presente trabalho e em muitos outros para a mesma espécie em diversos estuários brasileiros (Botelho; Santos; Souza, 2001; Silva; Oshiro, 2002; Silva; Schwamborn; Lins Oliveira, 2014; Moraes-Costa; Schwamborn, 2018; Guimarães, 2019), indicando que este equilíbrio é padrão para a espécie. A igualdade na proporção entre os sexos também foi encontrada em 2008 na área de estudo (Shinozaki-Mendes, 2008), mostrando que a espécie continua em equilíbrio populacional. A maior quantidade de fêmeas em maio e novembro pode ser resultado de épocas de muda, dispersão ou reprodução (Botelho; Santos; Souza, 2001).

A ausência de fêmeas nas classes de maiores tamanhos de LC enquanto predomina nas classes intermediárias acontece pela diferente alocação de energia entre os sexos. Os machos geralmente atingem tamanhos maiores que as fêmeas pois estas alocam mais energia para a reprodução, diminuindo o investimento em crescimento somático (Wolcott, 1988; Hartnoll, 2006). Essa diferença foi registrada em outros estudos (Botelho *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2021; Shinozaki-Mendes, 2008; Silva; Oshiro, 2002; Silva; Schwamborn; Lins Oliveira, 2014; Quiñones-Llópiz *et al.*, 2021; Taissoun, 1974; Cardona Acuña; Campos; Hernández Rolong, 2019), sendo um padrão para *C. guanhumi*. Fêmeas alcançando tamanhos maiores que machos já foram encontradas em locais com sobreexploração do caranguejo (Silva, 2013; Guimarães, 2019), o que sugere que a população estudada não sofre fortes pressões de captura.

O maior indivíduo encontrado no presente estudo foi menor que o encontrado por Shinozaki-Mendes (2008) para o mesmo estuário (9,22 cm). Fatores ambientais, como fotoperíodo, temperatura, precipitação e quantidade e qualidade de recursos, e fatores antrópicos, como pesca e supressão do ambiente, influenciam o tamanho da espécie (Carmona-Suárez, 2011; Castiglioni; Negreiros-Fransozo, 2004; Silva, 2013; Guimarães, 2019). A pesca e a degradação dos manguezais do estuário do rio Jaguaribe (Soares *et al.*, 2007; Paula; Morais; Pinheiro, 2006) podem estar modificando a história de vida da espécie, levando a um menor investimento energético para o crescimento somático. No entanto, não haver indivíduos maiores ou menores que os encontrados e a pouca quantidade de machos nas classes periféricas podem estar relacionadas à seletividade do método de captura.

O modelo linear múltiplo mostrou que tamanho que o caranguejo atinge (LC) é influenciado pelo sexo, peso, comprimento da quela, largura do abdômen e pluviometria. O valor negativo encontrado para o sexo ocorre por a variável ter sido representada pelas fêmeas, que alcançam tamanhos menores que os machos, ou seja, machos possuem relação positiva com LC já que alcançam maiores tamanhos, confirmado pela sua predominância em classes de maior tamanho de LC. A ligação com o peso indica que indivíduos mais pesados são maiores, sendo corroborada pela análise de crescimento relativo. Embora machos e fêmeas tenham apresentado crescimento alométrico negativo na relação LC x PT, priorizando o aumento do tamanho da largura da carapaça, o coeficiente de crescimento (b) do macho é maior que o da fêmea, que está relacionado aos combates por fêmeas e defesas de território realizados pelos machos (Hartnoll, 1974). Essa relação negativa também foi encontrada por Botelho *et al.* (2009), Silva (2013), Guimarães (2019) e Lima *et al.* (2021), indicando ser um tipo de crescimento comum para a espécie, pois a redução do peso corporal facilita as migrações realizadas durante o período reprodutivo (Lima *et al.*, 2021). A influência da pluviometria no tamanho do caranguejo também está relacionada à época reprodutiva, pois esta ocorre em meses próximos e durante a estação chuvosa da área de estudo, que pode ser um período com maior quantidade de caranguejos maduros e maiores ativos.

A largura do abdômen e o comprimento da quela, por sua vez, influenciam o tamanho do caranguejo por serem caracteres de dimorfismo sexual (Adiyodi, 1988; Hartnoll, 1974). As quelas tem papel em combates, na coorte e exibições de acasalamento e na defesa do território para os machos, enquanto o abdômen, nas fêmeas, funciona como uma câmara onde os ovos são armazenados e protegidos durante a incubação (Hartnoll, 1974; Benetti; Negreiros-Fransozo, 2004). É possível verificar essa diferença sexual nas relações LC x CQ e LC x LA, com a primeira sendo alométrica positiva para os machos e negativa para as fêmeas e a segunda sendo alométrica negativa para os dois sexos, mas com um crescimento maior nas fêmeas. Silva (2013) e Shinozaki-Mendes (2008) encontraram o mesmo tipo de crescimento de comprimento de quela para os machos, mas as fêmeas apresentaram crescimento isométrico e alométrico positivo, respectivamente. Essa diminuição na proporção de crescimento entre as estruturas pode estar relacionada com o menor tamanho alcançado pelas fêmeas coletadas para a atual pesquisa, sendo selecionadas aquelas com menor investimento no crescimento da quela. Já para a largura do abdômen, Silva (2013) observou um crescimento alométrico positivo para as fêmeas, enquanto Shinozaki-Mendes (2008) obteve crescimento negativo. O abdômen cresce consideravelmente em fêmeas imaturas para que o órgão se torne funcional após a maturidade e, quando o caranguejo se torna maduro, diminui a proporção de crescimento para não haver

crescimento desproporcional (Hartnoll, 1974). Assim, a alometria positiva vista por Silva (2013) pode ser resultado de uma maior quantidade de fêmeas imaturas na população ou de um crescimento desproporcional do abdômen. Importante evidenciar que o valor de b encontrado por Shinozaki-Mendes (2008) é o mesmo encontrado neste estudo ($b = 0,5448$), o que indica que este é um crescimento relativo ótimo para as fêmeas do estuário do rio Jaguaribe.

A regressão linear múltipla não mostrou influência significativa da largura da quela no tamanho do caranguejo, e a relação de crescimento relativo foi alométrica negativa para os dois sexos. Ao comparar com a relação LC x CQ, é perceptível o maior investimento no aumento do comprimento da quela, provavelmente devido a funcionalidade sexual e de defesa que a estrutura possui (Hartnoll, 1974; Benetti; Negreiros-Fransozo, 2004). A carapaça dos braquiúros sofre poucas alterações durante a vida do caranguejo, não sendo apropriado utilizar como parâmetro de alterações biológicas entre os sexos (Castiglioni; Negreiros-Fransozo, 2004), algo corroborado pela igualdade da relação LC x CC entre machos e fêmeas. O crescimento alométrico negativo foi também observado por Botelho *et al.* (2009) e Shinozaki-Mendes (2008).

As maturidades morfológica e fisiológica comumente não são síncronas (Waiho *et al.*, 2017; Castiglioni; Coelho, 2011), de forma que um indivíduo só pode ser considerado funcionalmente maduro se realizar uma cópula bem-sucedida (Adiyodi, 1988), necessitando, assim, alcançar os dois tipos de maturação para realizar tal ato. No presente trabalho, a maturação gonadal precedeu a morfométrica para os dois sexos, indicando que o caranguejo investe, inicialmente, a energia para a reprodução em suas gônadas e desenvolvimento de suas células sexuais, de forma que já esteja apto ao acasalamento ao realizar a muda puberal e atingir o tamanho adequado.

Geralmente machos braquiúros atingem a maturidade em tamanhos maiores que fêmeas pela diferença de alocação de energia (Guimarães, 2019; Hartnoll, 2006), podendo o maior tamanho alcançado ser uma característica intrínseca da espécie (Shinozaki-Mendes, 2008). Dessa forma, em comparação com as fêmeas, os machos alcançarem um maior tamanho de maturação morfológica sugere que o maior investimento em crescimento somático é um traço intrínseco, amadurecendo mais cedo apenas fisiologicamente em resposta às pressões antrópicas.

Em decorrência, as comparações aos tamanhos obtidos por Shinozaki-Mendes (2008) apontam que morfológica ainda não houve uma resposta populacional para um amadurecimento precoce significativo, pois mudanças na história de vida em resposta ao ambiente requerem tempo (Sastry, 1983), mas que fisiologicamente já há essa resposta. Desse

modo, *C. guanhumi* está amadurecendo precocemente por estar sendo selecionado para uma maior alocação de energia em reprodução em resposta à mortalidade causada por pressões ambientais existentes no estuário onde foi capturado.

Além da pesca, a mortalidade do caranguejo no estuário estudado pode ocorrer pela ocupação, alteração e destruição do seu habitat. Essas áreas são procuradas para carcinicultura e atividades agropastoris e pela especulação imobiliárias (Albuquerque *et al.*, 2015; Costa, 2013; Santos; Ribeiro, 2019). A carcinicultura é um dos principais tensores antrópicos do estuário do rio Jaguaribe, degradando o ecossistema e lançando rejeitos dos viveiros sem tratamento prévio nas águas da região (Paula; Moraes; Pinheiro, 2006). Gameiro *et al.* (2022) mostram que, no município de Aracati, município onde o estuário se encontra, houve um aumento da atividade de aquicultura em 560% nos últimos 20 anos, devido a instalações de fazendas de camarão. Ao analisar o crescimento dos corpos d'água na região, os autores viram um aumento de 164% entre 1999 e 2015, sendo as fazendas de camarão parte significativa desse crescimento. Assim, a supressão do manguezal pode estar resultando na antecipação da maturação para aumentar as chances de reprodução antes da morte.

Cabe salientar a ocorrência de resultados inesperados na dissecação e análise das lâminas histológicas dos caranguejos capturados no mês de maio, onde as gônadas não apresentaram uma boa integridade, impedindo a classificação do estágio de maturação fisiológico desta coleta. Alguns espécimens capturados morreram durante o transporte ao laboratório, algo incomum para a espécie, que consegue sobreviver longos períodos fora d'água. Além disso, muitos estavam liberando espumas e bolhas pela cavidade bucal. Com isso, acredita-se que os caranguejos estavam contaminados com algum composto tóxico presente no local de estudo, já que podem ser bioacumuladores de substâncias tóxicas presentes nos estuários (Dias Neto, 2011). Além da carcinicultura, já citada, que libera compostos diretamente nas águas estuarinas, o estuário do rio Jaguaribe também é influenciado pela liberação de compostos provenientes da agricultura, indústrias e de efluentes não tratados de áreas urbanas (Godoy; Lacerda, 2014; Moura; Lacerda, 2018; Marins *et al.*, 2011). Carqueija (2014) observou que o cloranfenicol, um antibiótico usado em aquiculturas, promove danos nos tecidos do hepatopâncreas de *C. guanhumi*. Onwubiko *et al.* (2022) apuraram que o fipronil, inseticida utilizado na produção agrícola, reduz o teor de proteína e leva a danos hematológicos e oxidativos, que são potencialmente fatais ao caranguejo. Já Galli, Fujimoto e Abrunhosa (2012) mostraram que pequenas concentrações de metabissulfito de sódio, composto usado em fazendas de camarão, provocam a morte de estágios larvais e pós-larval da espécie. Um desses compostos, ou outros que podem ser utilizados em atividades de aquicultura, agropastoris ou

outras práticas presentes na região, pode ter contaminado os caranguejos coletados em maio. Com isso, são necessários estudos para testar a toxicidade do caranguejo e verificar possíveis danos causados pelos poluentes da região, como os aqui comentados.

Como o avanço da maturação das gônadas envolve aumento do volume e do peso destas (Vazzoler, 1996), o IGS é um dos meios utilizados para verificar o período reprodutivo de uma população. A análise do IGS mostrou que os maiores valores, referentes aos meses de março, novembro e janeiro, ocorrem ao final do período seco e durante a estação chuvosa, indicando ser o período reprodutivo. No fim do período chuvoso e durante a época de estiagem se encontram os menores valores de IGS, sugerindo ser este o período de repouso das fêmeas maduras e de recrutamento de juvenis. Isso é corroborado pelas comparações entre os meses e os estágios de maturação, além da predominância de fêmeas maduras nos meses de maior IGS. Como o estágio em desova é acompanhado por uma diminuição do peso das gônadas (Shinozaki-Mendes, 2008), o período de desova deve ocorrer entre março e maio. O período de desova ou pós-desova em maio e o período com maior predominância de fêmeas maduras em novembro indicam épocas de maior atividade de fêmeas, o que corrobora com a predominância de fêmeas em maio e novembro vista no teste de proporção sexual mensal.

Shinozaki-Mendes (2008) sugeriu que o período reprodutivo da população de *C. guanhumi* do estuário estudado inicia em agosto e finaliza em fevereiro, encontrando uma maior frequência de fêmeas maduras em novembro e dezembro. No entanto, o presente estudo encontrou fêmeas maduras em julho, uma predominância destas em janeiro e em março e o maior valor de IGS em março, o que aponta para um prolongamento do período reprodutivo, iniciando antes e terminando após o período relatado anteriormente. Entre 2012 e 2017, o Ceará passou por um longo período de seca severa (Nunes; Medeiros, 2020), o que pode ter contribuído para a alteração da época reprodutiva, já que as chuvas são importantes para sobrevivência, dispersão e crescimento das larvas (Adiyodi, 1988; Morgan, 1996; Thurman, 2004). Ademais, a comparação entre os estágios de maturação mostra que o IGS não é uma ferramenta confiável para a classificação do desenvolvimento gonadal das fêmeas, pois há estágios com igualdades estatísticas.

A análise da quantidade de tocas mostrou um aumento de entradas fechadas nos meses mais secos e uma diminuição nos meses com aumento de precipitação, enquanto o inverso é observado com a quantidade de tocas abertas. A maior quantidade de entradas abertas demonstra período de maior atividade do caranguejo, relacionado à época reprodutiva e, por consequência, com períodos de aumento da precipitação (Gifford, 1962; Adiyodi, 1988). Já o aumento de tocas fechadas indica período de muda, que ocorre nos meses secos por a toca

fornecer proteção contra altas temperaturas e baixa umidade (Gifford, 1962; Rodriguez-Fourquet; Sabat, 2009). Esse é um padrão para a espécie, com resultados semelhantes sendo encontrado em outros estudos (Gifford, 1962; Mendes; Cruz, 2017; Carmona-Suárez; Guerra-Castro, 2018; Quiñones-Llopiz; Rodríguez-Fourquet, 2019). Adiyodi (1988) comenta que a reprodução e a muda são processos antagônicos, ocorrendo em períodos diferentes pela alta demanda de energia de cada um. Assim, ao comparar a quantidade de tocas e o IGS, pode-se observar esse antagonismo, onde os meses de menor IGS são os com maior número de tocas fechadas e vice-versa.

A densidade populacional da espécie para o estuário do rio Jaguaribe, no estado do Ceará, é superior a maioria encontrada em outros estados do Brasil, que variaram entre 0,04 e 0,61 ind./m² (Guimarães, 2019; Mendes; Cruz, 2017; Novais; Carvalho; Couto, 2021). Um valor aproximado ao achado na presente pesquisa foi o de Moraes-Costa e Schwamborn (2018), que encontraram uma densidade de 2,23 ind./m² em uma área de acesso restrito, sem pesca. Densidades maiores foram verificadas por Silva (2013) tanto em área de baixa pressão de captura do caranguejo (4,78 ind./m²) quanto em área de intensa pesca (3,39 ind./m²). Para outros países, o tamanho populacional da presente pesquisa foi consideravelmente maior aos relatados em Porto Rico (Govender; Rodríguez-Fourquet, 2008; Quiñones-Llopiz; Rodríguez-Fourquet, 2019), Bahamas (Lutz; Austin, 1983) e Estados Unidos (Herreid II; Gifford, 1963), que variam entre 0,18 e 1,85 ind./m². Já na Venezuela, Carmona-Suárez (2011), estudando 20 locais da costa do país, verificou uma média de 2,18 ind./m², valor semelhante ao do presente estudo. As diferenças entre densidades podem estar relacionadas a fatores antropogênicos, como a sobrepesca e a destruição do habitat do caranguejo, e intrínsecos do manguezal, como produtividade primária e padrões de recrutamento larval (Conti; Nalesso, 2010). O tamanho da área, clima, temperatura, precipitação, luminosidade, proximidade e salinidade da água, presença e tipo de vegetação, tipo de substrato e quantidade e qualidade dos recursos alimentares, principalmente da serrapilheira também influenciam na abundância do caranguejo em um determinado local, provocando diferentes tamanhos populacionais (Novais; Carvalho; Couto, 2021; Carmona-Suárez; Guerra-Castro, 2018; Mendes; Cruz, 2017; Rodriguez-Fourquet; Sabat, 2009).

A cobertura vegetal é fundamental para *C. guanhumi*, mesmo esta espécie podendo se refugiar nas tocas, pois as áreas sombreadas diminuem a dessecação do animal, apresentando menor variação na temperatura do solo e maior profundidade do lençol freático e umidade, além de fornecerem maior proteção contra predadores (Govender; Sabat; Cuevas, 2008; Mendes; Cruz, 2017; Carmona-Suárez; Guerra-Castro, 2018). Em campo, foi possível observar a

presença da planta *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne, conhecida popularmente como unha-do-diabo, fornecendo sombra para grandes quantidades de tocas, podendo ser uma espécie relevante para a densidade do local. No entanto, a unha-do-diabo é uma espécie invasora no Brasil, formando densas populações que sombreiam e prejudicam espécies nativas, como a *Copernicia prunifera* (Mill) H. E. Moore, conhecida como carnaúba e de alto valor socioeconômico na região (Zenni *et al.*, 2024; Barbosa *et al.*, 2019). Assim, são necessários estudos para verificar se há reais benefícios à fauna terrestre do manguezal e seus impactos à outras espécies.

Entendendo que diversos fatores podem modular a densidade populacional, comparações entre diferentes locais são subjetivas, mas ainda assim é possível afirmar que a densidade encontrada para a foz do estuário do rio Jaguaribe é considerável. Assim, com a população atingindo tamanhos menores aos anteriormente relatados para o mesmo estuário e amadurecendo precocemente, o maior investimento energético para a reprodução pode estar aumentando a fecundidade, com reduções no tamanho do ovo e produção de ninhadas maiores com filhotes de menor tamanho (Hines, 1982; Stearns; Hoekstra, 2003; Stearns, 1976).

3.5 Conclusão

O presente estudo é pioneiro em investigar modificações na história de vida de uma população de *C. guanhumi* comparando dados produzidos anteriormente com dados recentes, de forma a contribuir para o entendimento da atual situação da população do estuário do rio Jaguaribe (CE) e em como o animal responde às pressões ambientais. Estudar os traços de história de vida de *C. guanhumi* leva a oportunidade de compreender suas estratégias de sobrevivência, crescimento e reprodução. Os resultados mostram que a população do estuário do rio Jaguaribe está diminuindo a alocação de energia no crescimento somático e investindo em reprodução, levando a um amadurecimento precoce e a um possível aumento do número de ovos por ninhada, para garantir a existência de gerações futuras.

O conhecimento da dinâmica populacional e reprodutiva é uma ferramenta fundamental no subsídio de legislação para gestão e pesca sustentável deste animal. Ao olhar à legislação vigente para *C. guanhumi* no país de coleta, Brasil, a Portaria Interministerial nº 38/2018 define como tamanho mínimo de captura 7,0 cm de largura da carapaça (Brasil, 2018). Considerando o maior valor de maturidade obtido neste estudo (6,0 cm) e a pequena quantidade de machos que atingem valores iguais ou maiores que o disposto na Portaria (14,5%), sugere-se que as legislações tenham apelos locais, respeitando a história de vida de cada população de

C. guanhumi. Em consonância, que um plano de gestão para o estuário do rio Jaguaribe seja desenvolvido, com participação comunitária, e que tenha como tamanho mínimo de captura uma largura de carapaça de 6,5 cm, de forma a garantir a reprodução da população.

Somado a isso, recomenda-se que sejam feitos novos estudos para verificar o período reprodutivo da população, mas, com base nos resultados obtidos pelo índice gonadossomático, é aconselhável abranger, inicialmente, os meses de novembro a maio. A Portaria em questão define como período de defeso os meses de dezembro a maior, que se enquadra nos dados aqui achados. Para mais, os esforços ao uso sustentável e conservação do *C. guanhumi* devem ser somados à proteção e preservação do ecossistema habitado por ele.

REFERÊNCIAS

ADIYODI, R. G. Reproduction and development. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 5.

ALBUQUERQUE, Antonia *et al.* A proteção do ecossistema manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEOgraphia**, [s. l.], v. 17, n. 33, p. 126-153, maio 2015. DOI 10.22409/GEOgraphia2015.v17i33.a13700. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13700>. Acesso em: 23 out. 2022.

BARBOSA, Elaine Maia *et al.* Estrutura de um fragmento de caatinga infestado por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1952-1966, 2019. DOI 10.26848/rbgf.v12.5.p1952-1966. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/241312>. Acesso em: 17 abr. 2024.

BENETTI, Aline Staskowian; NEGREIROS-FRANSOZO, Maria Lucia. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia Sér. Zool.*, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 67-72, 2004. DOI 10.1590/S0073-47212004000100012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/VRgsrFMZVBbt3MJtdXvGBYf/?lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2024.

BERMER, O. A. *et al.* **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART, 1976.

BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira *et al.* Caracterização biológica do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825 (Decapoda: Gecarcinidae) do estuário do Rio Caravelas (Caravelas – Bahia). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 17, n. 1, p. 95-75, 2009. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/33-volume-xvii.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira; SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; SOUZA, José Roberto Botelho de. Aspectos populacionais do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco-Brasil). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré,

v. 9, n. 1, p. 123-147, 2001. Disponível em:
<https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/24-volume-ix.html>.
 Acesso em: 26 ago. 2022.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformation. **Journal of the Royal Statistical Society: Serie B**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 211-243, 1964. DOI 10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x. Disponível em: <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>. Acesso em: 4 abr. 2024

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014**. Brasília: MMA, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 38, de 26 de julho de 2018**. Define regras para o uso sustentável e para a recuperação dos estoques da espécie *Cardisoma guanhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo-azul, caranguejo-do-mato). Brasília: DOU, 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/especies-permitidas-portaria-mma-no-445-2014/portaria-interministerial-seap-pr_mma-no-38-de-26-07-2018.pdf/view. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022**. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: DOU, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 30 set. 2022.

BROMMER, J. E. The evolution of fitness in life-history theory. **Biol. Rev.**, [s. l.] v. 75, n. 3, p. 377–404, 2000. DOI 10.1111/j.1469-185X.2000.tb00049.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-185X.2000.tb00049.x>. Acesso em: 11 abr. 2024.

CARDONA ACUNÁ, L. F.; CAMPOS, N. H.; HERNÁNDEZ ROLONG, E. Parámetros de crecimiento de *Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena, Colombia. **Bol. Invest. Mar. Cost.**, Santa Marta, v. 48, n. 1, 2019. DOI 10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.755. Disponível em: <http://boletin.invemar.org.co:8085/ojs/index.php/boletin/article/view/803>. Acesso em: 22 mar. 2024.

CARMONA-SUÁREZ, C. A. Present status of *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) populations in Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 36, n. 12, p. 908-913, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921507007>. Acesso em: 28 ago. 2022.

CARMONA-SUÁREZ, C. A.; GUERRA-CASTRO, E. J. Populations of *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in mangrove forests and coastal grasslands in Venezuela. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 38, n. 6, p. 739-747, 2018. DOI 10.1093/jcbl/ruy074. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article/38/6/739/5104225>. Acesso em: 2 abr.

2024.

CARQUEIJA, Cesar Roberto Goes. **Transaminases Alanina Aminotransferase (ALT) e Aspartato Aminotransferase (AST) como biomarcadores de toxicidade no caranguejo *Cardisoma guanhumi*: utilidade no monitoramento de risco ambiental.** 2014. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/29539>. Acesso em: 17 abr. 2024.

CASTIGLIONI, D. S.; COELHO, P. A. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucidiidae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 101, n. 1-2, p. 138-144, 2011. DOI 10.1590/S0073-47212011000100020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/KbwdZLLXzrsX4Y7bPZXMRK/?lang=pt>. Acesso em: 10 maio 2023.

CASTIGLIONI, D. S., NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 137-144, 2004. DOI 10.1590/S0101-81752004000100023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/GWWq3z3txwWjjhxRTyL7hrw/>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CONTI, Rita de Cássia; NALESSO, Rosebel Cunha. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-Açu river estuary, Espírito Santo, Brazil. **Brazilian Journal Of Oceanography**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 81-92, 2010. DOI 10.1590/S1679-87592010000200001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjoce/article/view/39546>. Acesso em: 17 mar. 2024.

COSTA, Carlos Germano Ferreira. Estudo da ecologia da paisagem no estuário do rio Jaguaribe no litoral do Ceará (Brasil) numa perspectiva geoambiental. **Revista Brasileira De Gestão Ambiental**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 24-32, abr./jun. 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2068>. Acesso em: 24 out. 2022.

DIAS NETO, José (org.). **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaiamum e do Siri-Azul.** Brasília: IBAMA, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268390130>. Acesso em: 5 out. 2022.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection.** Oxford: Oxford University Press, 1930.

FUNCEME. **Calendário de chuvas.** Versão 2.0.1. Fortaleza: FUNCEME, 2024.

GADGIL, M.; BOSSERT, W. H. Life historical consequences of natural selection. **The American Naturalist**, [s. l.], v. 104, n. 935, p. 1-24, 1970. DOI 10.1086/282637. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/282637>. Acesso em: 10 out. 2022.

GALLI, O. B. S.; FUJIMOTO, R. Y.; ABRUNHOSA, F. A. Acute toxicity of sodium metabisulphite in larvae and post-larvae of the land crab, *Cardisoma guanhumi*. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, [s. l.], v. 89, n. 2, p. 274-280, 2012. DOI 10.1007/s00128-012-0687/87. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22644045/>. Acesso em: 2 abr.

2024.

GAMEIRO, Samuel *et al.* Multitemporal spatial analysis of land use and land cover changes in the lower Jaguaribe hydrographic sub-basin, Ceará, Northeast Brazil. **Land**, [s. l.], v. 11, n. 103, 2022. DOI 10.3390/land11010103. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/1/103/htm>. Acesso em: 24 out. 2022.

GIFFORD, C. A. Some observations on the general biology of the land crabs, *Cardisoma guanhum* (Latreille), in South Florida. **Biological Bulletin**, [s. l.], v. 123, n. 1, p. 207-233, 1962. DOI 10.2307/1539516. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1539516>. Acesso em: 28 ago. 2022.

GODOY, Mario Duarte Pinto; LACERDA, Luiz Drude. River-island morphological response to basin land-use change within the Jaguaribe River Estuary, NE Brazil. **Journal of Coastal Research**, Coconut Creek, v. 30, n. 2, p. 399-410, 2014. DOI 10.2112/JCOASTRES-D-13-00059.1. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-coastal-research/volume-30/issue-2/JCOASTRES-D-13-00059.1/River-Island-Morphological-Response-to-Basin-Land-Use-Change-within/10.2112/JCOASTRES-D-13-00059.1.short>. Acesso em: 17 abr. 2024.

GOVENDER, Yogani; RODRÍGUEZ-FOURQUET, Concepción. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhum* (Latreille, 1825) in Puerto Rico. **Tropical Estuaries**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 203-209, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266470580>. Acesso em: 11 set. 2022.

GOVENDER, Yogani; SABAT, Alberto; CUEVAS, Elvira. Effects of land-use/land-cover changes on land crab, *Cardisoma guanhum*, abundance in Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 417-423, 2008. DOI 10.1017/S0266467408005130. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25172943>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GUIMARÃES, Luís Wagner Ferreira. **Biologia populacional do caranguejo goiamum (*Cardisoma guanhum* Latreille, 1828) em áreas com diferentes perfis de uso e ocupação de reserva extrativista marinha**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32118>. Acesso em: 22 out. 2022.

HARTNOLL, R. G. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 131-136, 1974. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20102127>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HARTNOLL, R. G. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 557, n. 1, p. 31-40, 2006. DOI 10.1007/s10750-005-9305-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-005-9305-6>. Acesso em: 12 out. 2022.

HERREID II, C. F.; GIFFORD, C. A. The burrow habitat of the land crab, *Cardisoma guanhum* (Latreille). **Ecology**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 773-775, 1963. DOI 10.2307/1933027. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1933027>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HINES, A. H. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs.

Marine Biology, [s. l.], v. 69, p. 309-320, 1982. DOI 10.1007/BF00397496. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00397496>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HOGARTH, P. J. **The biology of mangroves and seagrasses**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2007.

KAPLAN, H. S.; GANGESTAD, S. W. Life history theory and evolutionary psychology. *In*: BUSS, D. M. **The handbook of evolutionary psychology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2005. cap. 2. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470939376.ch2>. Acesso em: 12 out. 2022.

LIMA, M. C. *et al.* Seasonal variation in biometric parameters in a population of the endangered blue land crab (*Cardisoma guanhumi*): indicators for assessment and management. **Regional Studies In Marine Science**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 1-11, 2021. DOI 10.1016/j.rsma.2021.101804. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485521001961>. Acesso em: 5 out. 2022.

LUTZ, P. L.; AUSTIN, C. B. Land crabs: a new resource potential. **Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 6-16, 1983. Disponível em: <https://aquadocs.org/handle/1834/29938>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MARINS, R. V. *et al.* Anthropogenic sources and distribution of phosphorus in sediments from the Jaguaribe River estuary, NE, Brazil. **Braz. J. Biol.**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 673-678, 2011. DOI 10.1590/S1519-69842011000400011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/sQy8yx9GGZ3dgJ7nLp9qhFH/?lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2024.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996.

MENDES, L. N.; CRUZ, R. Estimation of density and abundance of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828, in the Imburana peninsula, northern Brazil. **Crustaceana**, [s. l.], v. 90, n. 5, p. 571-587, 2017. DOI 10.1163/15685403-00003673. Disponível em: https://brill.com/view/journals/cr/90/5/article-p571_3.xml. Acesso em: 22 mar. 2024.

MENDES, P. P. **Estatística aplicada à Aquicultura**. Recife: Ed. Bargaço, 1999.

MORAES-COSTA, D. F.; SCHWAMBORN, R. Site fidelity and population structure of blue land crabs (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825) in a restricted-access mangrove area, analyzed using PIT tags. **Helgol. Mar. Res.**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 1-15, 2018. DOI 10.1186/s10152-017-0504-0. Disponível em: <https://hmr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s10152-017-0504-0>. Acesso em: 22 mar. 2024.

MORGAN, S. G. Influence of tidal variation on reproductive timing. **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [s. l.], v. 206, n. 1/2, p. 237-251, 1996. DOI 10.1016/S0022-0981(96)02606-8. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022098196026068>. Acesso em: 6 set. 2022.

MOURA, Victor Lacerda; LACERDA, Luiz Drude. Contrasting mercury bioavailability in the marine and fluvial dominated areas of the Jaguaribe River Basin, Ceará, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 49-54, 2018. DOI 10.1007/s00128-018-2368-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00128-018-2368-7>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MUNDINGER, Carolin *et al.* Global warming leads to larger bats with a faster life history pace in the long-lived Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). **Communications Biology**, [s. l.], v. 5, n. 682, p. 1-8, jul. 2022. DOI 10.1038/s42003-022-03611-6. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42003-022-03611-6>. Acesso em: 5 out. 2022.

NOVAIS, W. R. R.; CARVALHO, F. L.; COUTO, E. C. G. Conservation of the endangered blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in Brazil: optimal habitats and environmental factors. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI 10.1093/jcabiol/ruab011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/41/2/ruab011/6237211?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 3 abr. 2024.

NUNES, L. F. C. V.; MEDEIROS, P. H. A. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, [s. l.], v. 17, n. 2020, p. 1-14, 2020. DOI 10.21168/rega.v17e18. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/409>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ONWUBIKO, G. N. *et al.* Fipronil use and associated effects on hematological and biochemical parameters of blue land crab (*Cardisoma guanhumi* Latreille): ecological implication. **J. Exp. Zool. A Ecol. Integr. Physiol.**, [s. l.], v. 337, n. 3, p. 258–267, 2022. DOI 10.1002/jez.2563. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jez.2563>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PAULA, D. P.; MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S. Análise geoambiental do estuário do rio Jaguaribe-CE: tensores naturais e antrópicos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais XI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia: UGB, 2006. p. 4267-4274. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/app/webroot/sinageo/6/6/245.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

PINHEIRO, M. A. A. *et al.* Avaliação dos caranguejos gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). *In*: PINHEIRO, Marcelo; BOOS, Harry (org.). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia, 2016. cap. 13.

PPMENDES. **SisEAPRO**: Sistema de Estatística Aplicada à Produção. Versão 4.0. Recife: [s. n.], 2024.

QUIÑONES-Llópiz, J. D. *et al.* Size distribution and sex ratio between populations of the artisanal harvested land crab *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae), with the estimation of relative growth and size at sexual maturity in Puerto Rico. **Rev. biol. trop.**, [s.

l.], v. 69, n. 3, p. 989-1003, 2021. DOI 10.15517/rbt.v69i3.45570. Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000300989&script=sci_abstract. Acesso em: 22 mar. 2024.

QUIÑONES-Llópiz, J. D.; RODRÍGUEZ-FOURQUET, C. Dinámica y estructura de la población del cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) en la Reserva Natural del Humedal Punta Tuna en Maunabo, Puerto Rico. In: MOREIRA, Martha Natalia Molina; CÁRDENAS, Francisco Galvis (org.). **Mangales de América**. Guayaquil: UEES, 2019. p. 98-110. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344622744>. Acesso em: 22 mar. 2024.

QUINTERO-TORRES, Enrique; CHACÓN, Noemí; LÓPEZ-SÁNCHEZ, Beatriz. The ecosystem engineering role of the Neotropical crab *Cardisoma guanhumi* on mangrove soil properties. **Wetlands Ecol Manage**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 993-1000, 2018. DOI 10.1007/s11273-018-9618-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-018-9618-7>. Acesso em: 3 abr. 2024.

RICKLEFS, R. E.; WIKELSKI, M. The physiology/life-history nexus. **Trends In Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 17, n. 10, p. 462-468, 2002. DOI 10.1016/S0169-5347(02)02578-8. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169534702025788>. Acesso em: 11 out. 2022.

RIVERA, José Juan Oliva. El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero? **ECOfronteiras**, [s. l.], v. 25, p. 15-17, 2005. Disponível em: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/871>. Acesso em: 22 mar. 2024.

RODRIGUEZ-FOURQUET, Concepción; SABAT, Alberto. Effect of harvesting, vegetation structure and composition on the abundance and demography of the land crab *Cardisoma guanhumi* in Puerto Rico. **Wetlands Ecol Manage**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 627-640, 2009. DOI 10.1007/s11273-009-9139-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-009-9139-5>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; RIBEIRO, Fabiano Pimentel. Manejo da pesca do guaíamum: uma alternativa para conservação das áreas de apicum do nordeste oriental brasileiro. **Revista CEPESUL - Biodiversidade e Conservação Marinha**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 2019. DOI 10.1007/s11273-022-09868-2. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/cepsul/article/view/861>. Acesso em: 23 set. 2022.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F. J.; VERNBERG, W. B. Vernberg (ed.). **The biology of Crustacea - environmental adaptations**. Londres: Academic Press, 1983. p. 179-270.

SHINOZAKI-MENDES, Renata Akemi. **Biologia reprodutiva do guaíamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae) na Região de Aracati, CE**. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6449>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, C. C. **Dinâmica populacional do guaíamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828**

(Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae) em duas áreas de manguezal no Estado do Rio Grande do Norte com diferentes pressões de captura. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11823>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, C. C.; SCHWAMBORN, R.; OLIVEIRA, J. E. L. Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille 1828) (Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 949-958, 2014. DOI 10.1590/1519-6984.01913. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/h3zxRS5NT3LqFpZ7XJz9xYS/?lang=en>. Acesso em: 11 maio 2023.

SILVA, Rejane da; OSHIRO, Lídia Miyako Yoshii. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 71-78, dez. 2002. DOI 10.1590/S0101-81752002000600007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/NPkTLpZVhHbKwRNvrKMnxkr/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2022.

SOARES, Ana Maria Lebre *et al.* Análise temporal do crescimento da carcinicultura marinha no estuário do rio Jaguaribe-Ceará. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 8., 2007, Florianópolis. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 4267-4274. Disponível em: <http://mar.tecnico.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.19.57/doc/4267-4274.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

STEARNS, S. C. Life-history tactics: a review of the ideas. **The Quarterly Review Of Biology**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 3-47, 1976. DOI 10.1086/409052. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/409052>. Acesso em: 11 out. 2022.

STEARNS, S. C. Life history evolution: successes, limitations, and prospects. **Naturwissenschaften**, [s. l.], v. 87, n. 11, p. 476-486, 2000. DOI 10.1007/s001140050763. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001140050763>. Acesso em: 11 out. 2022.

STEARNS, S. C.; HOEKSTRA, R. F. **Evolução**: uma introdução. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926. DOI 10.1080/01621459.1926.10502161. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1926.10502161>. Acesso em: 3 abr. 2024.

TAISSOUN, Edgard. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela: distribución, ecología, biología y evaluación poblacional. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, Maracaibo, v. 10, n. 1, p. 6-50, 1974. Disponível em: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/220>. Acesso em: 5 out. 2022.

TAKAHASHI, Mauricio Avelar; NISHIDA, Alberto Kioharu. Traditional knowledge and

variations in capture techniques used for blue land crab (*Cardisoma guanhumi*, L. 1825) along the coast of Paraíba, Brazil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2018. DOI 10.4025/actascibiolsci.v40i1.37743. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/37743>. Acesso em: 27 mar. 2024.

THURMAN, C. L. Unravelling the ecological significance of endogenous rhythms in intertidal crabs. **Biological Rhythm Research**, [s. l.], v. 35, n. 1/2, p. 43-67, 2004. DOI 10.1080/09291010412331313232. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09291010412331313232>. Acesso em: 3 abr. 2024.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996.

WAIHO, K. *et al.* On Types of Sexual Maturity in Brachyurans, with Special Reference to Size at the Onset of Sexual Maturity. **Journal of Shellfish Research**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 807-839, 2017. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-shellfish-research/volume-36/issue-3/035.036.0330/On-Types-of-Sexual-Maturity-in-Brachyurans-with-Special-Reference/10.2983/035.036.0330.short>. Acesso em: 5 jun. 2023.

WOLCOTT, T. G. Ecology. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 3.

ZENNI, R. D. *et al.* Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil. *In*: DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R., ORSI, M. L. (org.). **Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2024. cap. 2.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

4 CAPÍTULO 2: DE 2002 A 2022, 20 ANOS DE LEGISLAÇÕES DO CARANGUEJO GUAIAMUM (*Cardisoma guanhumi* LATREILLE, 1828): UMA REVISÃO

De 2002 a 2022, 20 anos de legislações do caranguejo guaiaumum (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828): uma revisão

From 2002 to 2022, 20 years of legislation on the gauaimum crab (*Cardisoma guanhumi* Laitrelle, 1828): a review

RESUMO

Cardisoma guanhumi é uma espécie de caranguejo com grande importância econômica, principalmente para comunidades ribeirinhas. No entanto, a pesca intensiva e a supressão do seu habitat vêm causando modificações na sua biologia reprodutiva. Assim, a legislação brasileira referente a pesca e conservação de *C. guanhumi* foi revisada para suscitar discussões sobre as questões jurídicas que envolvem a espécie. Legislações para o uso sustentável do guaiaumum existem desde 2002, quando abrangia apenas estados das regiões Sudeste e Sul. Em 2004 foi adicionado à Lista Nacional de Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreexploração. Apenas em 2006 a legislação se voltou aos estados do Nordeste, mesmo sendo o principal centro de produção do caranguejo. Em 2014 foi inserido na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção como espécie Criticamente em Perigo (CR). A partir de 2018, maiores restrições para captura e comercialização do caranguejo foram impostas para uso sustentável e conservação dos estoques. Em 2022, com atualização da Lista de Espécies Ameaçadas, foi classificado como espécie Vulnerável (VU). Porém, as regras em vigência para uso sustentável da espécie não condizem com as diferenças na biologia reprodutiva entre populações, podendo inviabilizar a atividade da pesca do caranguejo. Dessa forma, é sugerido a regionalização das legislações de uso sustentável e conservação do guaiaumum.

Palavras chave: conservação; uso sustentável; produção; manguezal.

ABSTRACT

Cardisoma guanhumi is a species of crab with great economic importance, especially for riverside communities. However, intensive fishing and the suppression of its habitat have caused changes in its reproductive biology. Thus, Brazilian legislation regarding fishing and conservation of *C. guanhumi* was revised to raise discussions about the legal issues involving the species. Legislation for the sustainable use of guaiamum has existed since 2002, when it only covered states in the Southeast and South regions. In 2004 it was added to the National List of Species of Aquatic Invertebrates and Fish that are Overexploited or Threatened with Overexploitation. Only in 2006 did legislation focus on the Northeastern states, even though they are the main crab production center. In 2014, it was included in the Official National List of Fauna Species Threatened with Extinction as a Critically Endangered (CR) species. As of 2018, greater restrictions on crab capture and commercialization were imposed for sustainable use and conservation of stocks. In 2022, with an update to the List of Threatened Species, it was classified as a Vulnerable species (VU). However, the rules in force for the sustainable use of the species do not comply with the differences in reproductive biology between populations, which may make crab fishing unfeasible. Therefore, the regionalization of legislation on the sustainable use and conservation of guaiamum is suggested.

Keywords: conservation; sustainable use; production; mangrove.

4.1 Introdução

Cardisoma guanhumi Latreille, 1828, conhecido popularmente como guaiamum, goiamum ou caranguejo azul, é um caranguejo semi-terrestre, com adaptações comportamentais, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que o permite realizar atividades no ambiente terrestre, mas que precisa de acesso regular a água para umedecimento de suas brânquias e seus ovos devem ser liberados na água salobra para desenvolvimento de suas larvas (Burggren; McMahon, 1988; Hartnoll, 1988). Possui distribuição circumequatorial, encontrado dos Estados Unidos ao Brasil (Melo, 1996). No Brasil, é o único caranguejo da família Gecarcinidae que ocupa a porção continental do país, ocorrendo do Ceará até São Paulo (Melo, 1996), mas com registros em Santa Catarina (Branco, 1991), Amapá e Pará (Lima *et al.*, 2009).

É um animal gregário, vivendo em áreas mais altas dos manguezais, construindo suas tocas em regiões de apicum (Melo, 1996; Pinheiro *et al.*, 2016). Por precisar de imersão

regular em água, sua toca é escavada em locais que possam cruzar o lençol freático, podendo atingir mais de três metros de profundidade e, assim, manter piscinas no fundo, que variam de um a dois litros d'água (Bright; Hogue, 1972). Além de proteger contra a dessecação, as tocas também protegem contra predadores e fornecem abrigos durante o período de muda do caranguejo (Maldonado, 2013).

Possui maior atividade em períodos noturnos e ao amanhecer, saindo da toca para forrageamento em horários em que a temperatura é menor e, conseqüentemente, as taxas de evaporação são mais baixas, o que minimiza a perda de água do animal (Hartnoll, 1988; Wolcott, 1988). Sua alimentação se dá principalmente por folhas, frutas e gramíneas, sobretudo da serrapilheira próxima a sua galeria, mas também come fezes, insetos e animais mortos, podendo praticar canibalismo, sendo considerado onívoro (Pinheiro *et al.*, 2016; Wolcott; O'Connor, 1992; Wolcott, 1988).

É uma espécie importante para o manguezal, sendo considerado um engenheiro do ecossistema (Hogarth, 2007). A alimentação predominantemente herbívora, com o consumo de propágulos, frutos e sementes, afeta a composição vegetal (Wolcott; O'Connor, 1992; Wolcott, 1988). O carregamento da serrapilheira para dentro das galerias promove a retenção de nutrientes e o fracionamento das folhas para alimentação e a deposição das fezes dá lugar à atividade de pequenos consumidores e de decompositores, o que aumenta a produtividade e acelera a ciclagem de nutrientes (Pinheiro *et al.*, 2016; Maldonado, 2013). Solos onde há atividade do caranguejo possuem aumento dos nutrientes que ajudam na ecofisiologia das plantas do mangue (Quintero-Torres; Chacón; López-Sánchez, 2018). A escavação das tocas ajuda na penetração de ar no solo, promovendo a areação de partes mais profundas da terra (Takahashi, 2008; UFC *et al.*, 2006). Os buracos também criam habitats para outros invertebrados, como aracnídeos e insetos, e suas poças d'água servem de ambiente para reprodução destes últimos (Wolcott, 1988). Além disso, o guaiamum é predado por diversas espécies de peixes, aves e mamíferos, sendo um elemento significativo para a teia alimentar (Wolcott, 1988).

4.1.1 Pesca e supressão do habitat

Os humanos também são grandes consumidores do guaiamum, tornando-o uma espécie intensamente explorada, muito devido ao seu tamanho e alta percentagem de carne (Silva; Oshiro, 2002). Oliveira (1946) já relatava o comércio do caranguejo no Rio de Janeiro na década de 40, mostrando uma certa importância econômica para a região Sudeste (Dias Neto, 2011; Galli, 2016). Na região Norte são poucos os registros da espécie (Lima *et al.*, 2009),

enquanto no Sul não há pescaria expressiva (Dias Neto, 2011). Já no Nordeste, possui grande importância socioeconômica às comunidades ribeirinhas que tem a pesca como sustento, sendo um recurso pesqueiro encontrado em feiras e mercados (Botelho; Santos; Souza, 2001).

Diversos motivos levaram à sobreexploração desse caranguejo, sendo as principais: a mortalidade em massa do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), ocorrida do Ceará ao Espírito Santo pela Doença do Caranguejo Letárgico (DCL) entre 1996 e 2006, que fez com que catadores migrassem para a captura do guaiamum; e o desemprego pela falência ou desativação de salinas, usinas de açúcar e fazendas de carcinicultura (Dias Neto, 2011; Santos; Ribeiro, 2019). Além da captura excessiva, a espécie também sofre com a supressão do seu habitat através de ações antrópicas, como extrativismo, desmatamento, agricultura, pecuária, industrialização, urbanização e construção de salinas e fazendas de aquicultura (Botelho *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2016).

Entre as atividades de aquicultura, a carcinicultura é um dos maiores vetores de destruição do manguezal no mundo (Leão; Prates; Fumi, 2018). No Brasil, já foram perdidos mais de 100 mil ha de manguezais desde 1980, sendo cerca de 50% desse valor devido a carcinicultura (Menghini *et al.*, 2018). Apenas no Nordeste, mais de 33 mil ha já foram convertidos em tanques de criação de camarão até 2016 (Leão; Prates; Fumi, 2018). As áreas de apicum, habitat do guaiamum, são as mais procuradas para a carcinicultura devido suas características ambientais, como topografia plana, proximidade a água salgada e seu baixo valor econômico (Albuquerque *et al.*, 2015).

Essas práticas levam a criações de tanques e barragens e ao desmatamento. Com isso, há alteração do fluxo hídrico, erosão e assoreamento do solo, aumento da sedimentação, mudanças nas teias alimentares e na estrutura de comunidades, diminuição da quantidade e da qualidade da água, principalmente pelos insumos usados na aquicultura e na agricultura e pelo lançamento de esgotos e poluentes domésticos e industriais, e morte da vegetação e de muitos animais, como peixes, crustáceos e moluscos (Leão; Prates; Fumi, 2018; UFC *et al.*, 2006). A alteração e o desmatamento da comunidade vegetal resultam em elevação térmica e diminuição da umidade do solo, o que afeta negativamente a sobrevivência dos animais que ali vivem (Pinheiro *et al.*, 2016). A presença de substâncias tóxicas também pode provocar o surgimento de doenças na população local pela utilização das águas e pela alimentação de animais contaminados (Takahashi, 2008).

Espécies de história de vida lenta, como *C. guanhumi*, com seu crescimento lento e maturação tardia, possuem maior vulnerabilidade às pressões antrópicas (Mundinger *et al.*, 2022). Estudos em estuários do nordeste brasileiro mostram que áreas de alta pressão de captura

e locais com alteração da composição vegetal e do uso da terra possuem estrutura populacional modificada, com tamanhos de maturação antecipados e densidades menores (Guimarães, 2019; Silva, 2013; Novais; Carvalho; Couto, 2021), o que aumenta a quantidade de juvenis e adultos de menores tamanhos (Pinheiro *et al.*, 2016).

Diante do contexto apresentado, conhecer e entender as legislações relacionadas ao guaiamum se torna necessário que haja avanços e melhorias que visem a conservação e uso sustentável da espécie. Assim, o objetivo deste estudo foi revisar a legislação brasileira referente a pesca e a conservação de *C. guanhumi* para suscitar discussões sobre as questões jurídicas que envolvem a espécie.

A plataforma oficial do governo federal do Brasil (www.gov.br) foi utilizada como base de pesquisa para as legislações. No painel de busca, o termo “*Cardisoma guanhumi*” foi utilizado para pesquisar os documentos governamentais. Os arquivos selecionados foram portarias, instruções normativas e leis de abrangência nacional referentes ao guaiamum. A literatura citada nos documentos “Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá do Guaiamum e do Siri-Azul” (Dias Neto, 2011) e “Texto Base para elaboração do Plano de Recuperação do Caranguejo Guaiamum (*Cardisoma guanhumi* LATREILLE, 1825)” (Galli, 2016), ambos achados na pesquisa feita no *site* do governo federal, também foi consultada para obtenção de possíveis referências não achadas na busca inicial. No total, foram encontradas 13 legislações. Destas, 11 citam o guaiamum e duas, pelo teor de seus textos, influenciam a dinâmica da espécie, pois tratam de seu habitat.

4.2 Legislação

Devido à forte exploração do guaiamum e a degradação de seu habitat, em setembro de 2002, por meio da Portaria nº 125, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), proibiu, para os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, a captura, manutenção em cativeiro, transporte, beneficiamento, industrialização, armazenamento e comercialização do caranguejo durante o período de 1º de outubro a 30 de novembro para indivíduos machos e fêmeas e de 1º a 31 de dezembro para fêmeas (Brasil, 2002). Também proibiu, em qualquer época do ano, a captura de fêmeas ovadas, indivíduos menores que 7,0 cm de largura da carapaça e de partes isoladas de indivíduos (Brasil, 2002). O período de andada, época em que há acasalamento e as fêmeas migram para o mar na intenção de depositar seus ovos para eclosão das larvas, foi definido entre os meses de janeiro e maio, mas não houve proibição e captura durante este período (Brasil, 2002), o que pode ter

dificultado a conservação dos estoques.

Em setembro 2003, a Portaria nº 53 do IBAMA trouxe as proibições supramencionadas de forma específica para os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, com período de andada alterado para 1º de outubro a 31 de março e aumento do limite mínimo de captura para 8,0 cm de largura da carapaça (Brasil, 2003). Embora todo o período de andada tenha sido considerado, é perceptível a falta de compromisso com a real conservação de guaiamum, deixando de fora a região Nordeste, região com maior captura e comercialização do caranguejo (Dias Neto, 2001; Galli, 2016). Por consequência, em maio de 2004, por meio da Instrução Normativa (IN) nº 5 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), *C. guanhumi* é inserido na Lista Nacional de Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplorados ou Ameaçados de Sobreexploração, indicando que o consumo intensivo resultou em grande diminuição dos estoques e dos tamanhos dos indivíduos (Brasil, 2004).

Em fevereiro de 2006 é publicada, então, a IN nº 90 do IBAMA, com abrangência aos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Com ela, ficou proibido a captura, manutenção em cativeiro, transporte, beneficiamento, industrialização, armazenamento e comercialização de fêmeas em qualquer época do ano e de qualquer indivíduo nos meses de dezembro a março de cada ano, sendo este o período de andada considerado para a região Nordeste (Brasil, 2006). Também proibiu a captura e a venda de indivíduos com largura de carapaça inferior a 6,0 cm para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe e inferior a 7,0 cm para o estado da Bahia (Brasil, 2006). É interessante notar que essa foi a primeira legislação a proibir a captura de fêmeas durante todo o ano, visando resguardá-las para tentar garantir a existência de gerações futuras, já que são as fêmeas que incubam os ovos durante o período reprodutivo e os liberam na água.

Com a pesca intensiva do guaiamum, deu-se início, em 2007, a elaboração de uma proposta com recomendações de manejos adequados para a exploração desta e de outras espécies no território nacional, sendo oficialmente publicada em 2011 com o título Proposta de Plano Nacional de Gestão para o Uso Sustentável do Caranguejo-uçá, do Guaiamum e do Siri-azul (Galli, 2016; Dias Neto, 2011). O documento apresenta uma revisão sobre a biologia e os parâmetros populacionais das três espécies, além de caracterizar as pescas e as produções e trazer propostas de gestão para o uso sustentável dos referidos caranguejos e do siri para as diferentes regiões que estão distribuídos. Porém, as ações apresentadas no Plano de Gestão não foram implementadas por conta das mudanças de competência do ordenamento da atividade pesqueira, levando a interrupção da avaliação, aprovação e implementação das medidas

previstas (Galli, 2016). Consequentemente, não houve reversão da sobreexploração do guaiamum e dos outros crustáceos.

Outro fator que interferiu – e ainda interfere – nas populações do guaiamum foi a aprovação da Lei nº 12.651 também conhecida como “Novo Código Florestal”, em maio de 2012. A partir dela, ficou estabelecido que áreas de restinga e manguezal são Áreas de Preservação Permanente (APPs), isto é, “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012a). A preservação do ecossistema manguezal é de extrema importância para a dinâmica costeira, para as espécies que lá habitam e para as comunidades que vivem em seu entorno. No entanto, o artigo 3º dessa lei traz conceitos diferentes para manguezal, salgado e apicum:

XIII - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarina, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina;

XIV - salgado ou marismas tropicais hipersalinos: áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 (cem) e 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica;

XV - apicum: áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias, que apresentam salinidade superior a 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), desprovidas de vegetação vascular. (Brasil, 2012a)

Dessa forma, os apicuns não entram nas APPs, mesmo sendo uma feição do ecossistema de manguezal e só ocorrendo na presença deste (Rosario; Abuchahla, 2018). Outro ponto é que apicuns e salgados são termos utilizados para denominar o mesmo ambiente, demonstrando a falta de técnica para escrita e implementação da lei (Rosario; Abuchahla, 2018). Além disso, o artigo 11-A da Lei nº 12.651/2012, incluído por força da Lei nº 12.727, de outubro de 2012, decreta o “uso ecologicamente sustentável” dos apicuns e salgados, que podem ser usados em atividades de carcinicultura e salina: no bioma amazônico, 10% das áreas de apicum e salgado são destinadas as atividades citadas; nos demais biomas, 35% podem ser utilizados. Para piorar a situação, os empreendimentos com comprovação de implantação antes de 22 julho de 2008 podiam ser regularizados e não seriam contabilizados nos percentuais mencionados (Brasil, 2012b). A falta de consistência na definição do ecossistema manguezal, bem como a promoção de partes para atividades que o destrói são retrocessos para a sua preservação e para a conservação de sua biodiversidade, agravando ainda mais o desafio de proteção do guaiamum.

Trabalhos tanto na costa brasileira quanto de outros países demonstram que a destruição do habitat do guaiamum é prejudicial à espécie. Guimarães (2019) encontrou, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana, uma densidade populacional maior em área de manguezal preservado do que em área de agricultura familiar, além de encontrar indivíduos menores e com menor peso no local com alteração do uso da terra. Novais, Carvalho e Couto (2021), ao estudarem seis estuários na Bahia e dividi-los pelo tipo de vegetação, verificaram que áreas com sombreamento pela vegetação e com boa oferta de serrapilheira são essenciais para a distribuição do guaiamum, apresentando maiores densidades em área de restinga e floresta secundária da Mata Atlântica, em comparação com plantações de cacau, de coqueiros e pastagem rasteira. Fora do Brasil, Carmona-Suárez e Guerra-Castro (2018), na Venezuela, e Arroyave-Rincón *et al.* (2014), em Cuba, observaram maiores densidades em áreas de manguezal em comparação com áreas abertas de pastagens e de borda, além de indivíduos menores e com menor peso em locais com vegetação suprimida no último trabalho citado. Esses dados mostram que a preservação do ecossistema manguezal como um todo são essenciais para a conservação do caranguejo.

Em decorrência dos fatos relatados, uma avaliação finalizada em 2012 considerou *C. guanhumi* como espécie Criticamente em Perigo (CR) de extinção, seguindo os métodos da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) (ICMBio, 2018a). Uma espécie é considerada CR quando os dados indicam que está enfrentando um risco extremamente alto de extinção na natureza e, para o guaiamum, a justificativa para tal categorização se deu pela redução de 88% na produção comercial entre 1994 e 2007, que, entre quedas e recuperações no decorrer dos anos, caiu de 685 t em 1994 para 89,5 t em 2007, indicando um declínio populacional (ICMBio, 2018a; ICMBio, 2018b). Ao se considerar que as ameaças de pesca e de perda e alteração de habitat persistissem, suspeitava-se de um declínio de pelo menos 88% ao longo de três gerações (22 anos), a partir de 1994 (ICMBio, 2018b), levando a tal categorização. Dessa forma, em dezembro 2014, por meio da Portaria nº 445 do MMA, que reconheceu a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos, *C. guanhumi* foi oficialmente classificado como CR, ficando proibido sua captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização, exceto para fins de pesquisa ou para a conservação da espécie mediante autorização Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Brasil, 2014).

Contudo, as proibições da Portaria nº 445/2014 gerou mobilizações por parte das comunidades pesqueiras pela importância econômica que muitas espécies tinham – e ainda têm – no sustento de diversas famílias (Galli, 2016). Em junho de 2015 foi publicada a Portaria nº

163, onde o MMA prorrogou o prazo permitido para a captura e comercialização de 31 espécies categorizadas como Em Perigo (EN) e CR, incluindo o guaiamum, até dezembro de 2015 (Brasil, 2015a). Durante esse prazo, medidas de uso sustentável, conservação e monitoramento das espécies deveriam ser avaliadas e regulamentadas (Brasil, 2015a). Em soma, decisões liminares promovidas por ações do setor pesqueiro suspenderam os efeitos da Portaria nº 445/2014 por quase dois anos, entre junho de 2015 e abril de 2017 (Galli, 2016).

Como estratégia correlata para ajudar na conservação de espécies ameaçadas, o ICMBio, pela Portaria nº 09, de janeiro de 2015, aprovou o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal – PAN Manguezal. O plano tinha como objetivo aumentar a conservação dos manguezais brasileiros e a proteção de espécies-alvos, reduzindo a degradação do ambiente (Brasil, 2015b). O PAN Manguezal estabelecia, então, ações para a conservação de espécies ameaçadas e não ameaçadas de importância socioeconômica em âmbito nacional e estadual, dentre as quais estão 74 presentes nas Portarias do MMA nº 444 e 445/2014, incluindo o guaiamum, com vigência até janeiro de 2020 (Brasil, 2015b). Durante esse período, foi realizada uma nova avaliação da espécie, finalizada em 2016 e ajustada em 2018, que passou a ser considerada como Vulnerável (VU) de extinção, também seguindo a metodologia IUCN (Pinheiro *et al.*, 2023). A classificação se deu por se acreditar que a redução em seu habitat tenha resultado em, no mínimo, um declínio de 30% da população de *C. guanhum* no país (ICMBio, 2018a; Pinheiro *et al.*, 2023).

Para ter mais tempo de lidar com os conflitos gerados pelas proibições de captura e comercialização das espécies de relevância socioeconômica, foi publicada a Portaria nº 161 do MMA em abril de 2017, que adiou a captura e comercialização de 15 espécies até abril de 2018, visando obter tempo adicional para elaboração de planos de recuperação e publicação das medidas de ordenamento pesqueiro (Brasil, 2017; Galli, 2016). Os desdobramentos desses acontecimentos resultaram, em abril 2018, na publicação da Portaria nº 128 do MMA, onde *C. guanhum* foi reconhecido como passível de exploração, com seu uso condicionado ao Plano de Recuperação Nacional do Guaiamum, documento que estabelece diretrizes, medidas e recomendações para conservação e recuperação do guaiamum no território nacional, como tamanho mínimo de captura, períodos de captura, restrições de tipos de apetrechos e estratégias de monitoramento e fiscalização (Brasil, 2018a; Galli, 2016).

Em consonância com o Plano de Recuperação do Guaiamum, em julho de 2018 foi publicada a Portaria Interministerial nº 38, que definiu as regras para o uso sustentável e recuperação dos estoques de *C. guanhum*. A portaria instituiu 7,0 cm de largura de carapaça

como tamanho mínimo de captura, que a pesca somente será permitida nas unidades de conservação de uso sustentável ou em áreas manejadas vinculadas aos planos de gestão locais formalmente instituídos e a proibição da captura, transporte e comercialização de fêmeas e de partes isoladas do indivíduo (exceto em restaurantes ou em estabelecimentos onde ocorra o preparo para consumo final) e da captura no período de andada (dezembro a maio para a região Nordeste e abril a maio para a região Sudeste) (Brasil, 2018b). Os Planos de Gestão Local devem incluir diagnóstico populacional da espécie, monitoramento do recurso, estabelecimento de meios para a conservação e distribuição de áreas para a pesca e áreas para preservação do estoque (Guimarães, 2019). Deste modo, em junho de 2022, a Portaria nº 148 do MMA atualiza a Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos, que oficializa o guaiamum como espécie VU (Brasil, 2022).

Ao compreender as legislações voltadas ao guaiamum e o que as compõe, é perceptível que verificar o tamanho de maturação e o período reprodutivo é fundamental em seus subsídios para definir tamanhos de captura e períodos de andada, de forma a garantir o crescimento e a reprodução do animal e a manutenção do estoque pesqueiro.

A maturidade dos caranguejos terrestres e semi-terrestres é marcada por mudanças morfológicas e fisiológicas, ou seja, por mudanças no crescimento de estruturas corporais relacionadas à reprodução e desenvolvimento das gônadas e células sexuais, respectivamente (Waiho *et al.*, 2017). Para o tamanho de maturação, a grande maioria dos caranguejos atingem tamanho de carapaça menores ao tamanho mínimo de captura de 7,0 cm, com tamanhos que variam entre 3,55 a 6,0 cm (Botelho; Santos; Souza, 2001; Botelho *et al.*, 2009; Guimarães, 2019; Silva; Oshiro, 2002; Nobre, 2024¹). Apenas Shinozaki-Mendes *et al.* (2013) e Silva (2013) encontraram valores maiores que 6,0 cm. Esta última autora, estudando uma área de alta pressão e outra de baixa pressão de captura do guaiamum, encontrou maiores tamanhos de maturidade para áreas sem pesca, mostrando o quanto a pesca pode afetar a história de vida da população.

Além disso, a maturação do guaiamum pode ser assíncrona, ou seja, a maturidade morfológica pode ocorrer antes da fisiológica e vice-versa. Porém, somente Shinozaki-Mendes *et al.* (2013), Silva (2013) e Nobre (2024)¹ analisaram os tamanhos para as duas maturações, mostrando uma lacuna para estes dados, pois o caranguejo precisa atingir as duas maturações para realizar um acasalamento bem sucedido.

O período reprodutivo, por sua vez, é programado com grande precisão para que

¹ Dados referentes aos resultados encontrados no capítulo 1 da presente dissertação

aconteça no tempo adequado e de modo favorável à sobrevivência, dispersão e crescimento das larvas, ocorrendo em marés altas noturnas de amplitude máxima (Morgan, 1996; Thurman, 2004) para diminuir a dessecação dos caranguejos e a predação das fêmeas e das larvas, dependendo das chuvas para liberação da ninhada (Adiyodi, 1988). A estação reprodutiva no Ceará ocorria entre agosto e fevereiro (Shinozaki-Mendes *et al.*, 2013), mas dados mais recentes mostram que sucede entre julho e maio (Nobre, 2024¹). Em Pernambuco decorre entre outubro e fevereiro (Botelho; Santos; Souza, 2001), na Bahia entre dezembro e abril (Botelho *et al.*, 2009), no Rio Grande do Norte entre novembro e fevereiro (Silva, 2013) e no Rio de Janeiro entre fevereiro e maio (Silva; Oshiro, 2002).

Os diferentes tamanhos de primeira maturidade entre populações podem ocorrer por conta da distribuição geográfica, a partir das interações entre temperatura e luminosidade (Hines, 1989). Além disso, a disponibilidade de alimento, densidade populacional, tipo de solo, composição de flora e fauna, salinidade e precipitação também podem causar diferenças (Hines, 1989; Annala *et al.*, 1980; Wenner; Fusaro; Oate, 1974). Os mesmos fatores podem explicar as diferentes amplitudes de período reprodutivo, somando-se os ciclos das marés e zona do manguezal em que o caranguejo habita (Lira; Calado; Araújo, 2013; Wolcott, 1988; Adiyodi, 1988; Emmerson, 1994). Ademais, as variáveis citadas também podem ser alteradas no decorrer do tempo, levando a diferenças na biologia reprodutiva de uma mesma população. Nobre (2024)¹ ao estudar a mesma população pesquisada por Shinozaki-Mendes *et al.* (2013), encontrou valores de maturação menores e um período reprodutivo prolongado em comparação com os dados produzidos anteriormente. Dessa forma, um tamanho de captura único para todo o território nacional e um período de defeso único para toda a região Norte e Nordeste e outro para a região Sudeste não só dificulta a captura e a comercialização da espécie pelos pescadores, como pode levar a infração da Portaria supramencionada para conseguir complementar suas rendas com a venda do caranguejo.

4.3 Conclusão

O presente estudo de revisão visou contribuir para um maior conhecimento e para um aumento nas discussões sobre as legislações que regem a conservação do caranguejo *Cardisoma guanhumi*. A legislação vigente para o guaiamum define um tamanho mínimo de captura para todo o território brasileiro e dois períodos de defeso, um para as regiões Norte e Nordeste e outro para o Sudeste, não observando as diferenças que a espécie apresenta nos diferentes locais que ocorre em resposta a fatores ambientais e antrópicos característicos de

cada região. Essa definição pode tornar a pesca inviável em muitos estuários, levando à pesca de fêmeas e de indivíduos menores e imaturos. Se faz necessário a regionalização da legislação do guaiamum, como pela criação de planos de gestão locais em conjunto com as comunidades locais, respeitando as particularidades de cada população de guaiamum. Além disso, o registro contínuo de dados reprodutivos da espécie é importante para promover avanços e melhorias em planos de conservação e uso sustentável.

Somado a isso, o “Novo Código Florestal” não considera as áreas de apicum como áreas de preservação, reduzindo ainda mais as chances de recuperação da espécie. Dessa forma, os esforços ao uso sustentável e conservação do *C. guanhum* devem ser somados à proteção do ecossistema habitado por ele. A preservação dos manguezais e das águas estuarinas são importantes não só para o guaiamum, mas para todas as espécies ali presentes, inclusive humanos que tiram dali seus sustentos. Para isso, é fundamental estabelecer políticas claras e específicas a este ambiente, de forma a considerar os apicuns como áreas de preservação permanente junto das áreas de mangue, com monitoramento e fiscalização do cumprimento da legislação e instrumentos de gestão regionais adequados à realidade ambiental e social.

Assim, a preservação do ecossistema manguezal como um todo e a criação de planos de uso sustentável locais para a pesca do guaiamum são caminhos para melhorar a gestão deste recurso pesqueiro e garantir sua conservação e de seu habitat.

REFERÊNCIAS

ADIYODI, R. G. Reproduction and development. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 5.

ALBUQUERQUE, Antonia *et al.* A proteção do ecossistema manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEOgraphia**, [s. l.], v. 17, n. 33, p. 126-153, maio 2015. DOI 10.22409/GEOgraphia2015.v17i33.a13700. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13700>. Acesso em: 23 out. 2022.

ANNALA, J. H. *et al.* Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 217-227, 1980. DOI 10.1080/00288330.1980.9515864. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288330.1980.9515864>. Acesso em: 5 jun. 2023.

ARROYAVE-RINCÓN, Andrea *et al.* Efecto de borde sobre la población del cangrejo azul *Cardisoma guanhum* (Decapoda: Gecarcinidae) en el manglar de la bahía El Uno, golfo de Urabá (Colombia): una aproximación a su captura artesanal. **Actual. Biol.**, Medellín, v. 36, n. 100, p. 47-57, 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842014000100006.

Acesso em: 25 mar. 2024.

BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira *et al.* Caracterização biológica do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825 (Decapoda: Gecarcinidae) do estuário do Rio Caravelas (Caravelas – Bahia). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 17, n. 1, p. 95-75, 2009. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/33-volume-xvii.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira; SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; SOUZA, José Roberto Botelho de. Aspectos populacionais do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco-Brasil). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 9, n. 1, p. 123-147, 2001. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/24-volume-ix.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BRANCO, Joaquim Olinto. Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC - Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, [s. l.], v. 7, n. 1/2, p. 165-179, jul. 1991. DOI 10.1590/S0101-81751990000200016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/8t9rmXf9Z3n4PTLhh3GJBdg/?lang=pt>. Acesso em: 6 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 125, 25 de setembro de 2002**. Brasília: IBAMA, 2002. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=109256>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 53, 30 de setembro de 2003**. Brasília: IBAMA, 2003. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=110452>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 05, de 21 de maio de 2004**. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=112171>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa nº 90, 02 de fevereiro de 2006**. Brasília: IBAMA, 2006. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=112331>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.038, de 31 de agosto de 1981; nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2012a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de

2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília: Casa Civil, 2012b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014**. Brasília: MMA, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 163, de 08 de junho de 2015**. Brasília: MMA, 2015a. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_mma_163_2015_altr_art_p_445_2014.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portaria nº 09, de 29 de janeiro de 2015**. Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal - PAN Manguezal, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência, formas de implementação e 02070.002930/2011-61). Brasília: ICMBio, 2015b. Disponível em: https://www1.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_icmbio_09_2015_aprova_pan_manguezais.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 161, de 20 de abril de 2017**. Dispõe sobre as restrições previstas no art. 2o da Portaria no 445, de 17 de dezembro de 2014, do Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2017/PORTARIA_No_161_20_abril_2017.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 128, de 27 de abril de 2018**. Reconhece como passível de exploração, estudo ou pesquisa a espécie *Cardisoma guainhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo azul, caranguejo-do-mato) e estabelece as respectivas condições. Brasília: MMA, 2018a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/planos-de-recuperacao-de-especies-aquaticas/portaria-no-128-de-27-de-abril-de-2018-imprensa-nacional.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 38, de 26 de julho de 2018**. Define regras para o uso sustentável e para a recuperação dos estoques da espécie *Cardisoma guanhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo-azul, caranguejo-do-mato). Brasília: DOU, 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/especies-permitidas-portaria-mma-no-445-2014/portaria-interministerial-seap-pr_mma-no-38-de-26-07-2018.pdf/view. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022**. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro

de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: DOU, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRIGHT, D. B.; HOGUE, C. L. A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. **Contributions in Science**, [s. l.], v. 220, n. 1, p. 1-58, 1972. DOI 10.5962/p.241205. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/241205>. Acesso em: 20 set. 2022.

BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. Biology of the land crab: an introduction. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 1.

CARMONA-SUÁREZ, C. A.; GUERRA-CASTRO, E. J. Populations of *Cardisoma guanhum* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in mangrove forests and coastal grasslands in Venezuela. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 38, n. 6, p. 739-747, 2018. DOI 10.1093/jcbiol/ruy074. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article/38/6/739/5104225>. Acesso em: 2 abr. 2024.

DIAS NETO, José (org.). **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaiamum e do Siri-Azul**. Brasília: IBAMA, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268390130>. Acesso em: 5 out. 2022.

EMMERSON, E. D. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgzana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. **Journal of Crustacean Biology**. [s. l.], v. 14, n. 3, p. 568-578, 1994. DOI 10.2307/1549002. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1549002>. Acesso em: 5 jun. 2023.

GALLI, O. B. S. **Texto Base para elaboração do Plano de Recuperação do Caranguejo Guaiamum (*Cardisoma guanhum* Latreille, 1825)**. Caravelas: MMA, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/pesca/planos-de-recuperacao/Plano_de_Recuperacao_do_Guaiamum.pdf. Acesso em: 5 out. 2022.

GUIMARÃES, Luís Wagner Ferreira. **Biologia populacional do caranguejo goiamum (*Cardisoma guanhum* Latreille, 1828) em áreas com diferentes perfis de uso e ocupação de reserva extrativista marinha**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32118>. Acesso em: 22 out. 2022.

HARTNOLL, R. G. Evolution, systematics and geographical distribution. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 2.

HINES, A. H. Geographic variation in size at maturity of brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, [s. l.], v. 45, p. 356-368, 1989. Disponível em: <https://repository.si.edu/handle/10088/17782>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HOGARTH, P. J. **The biology of mangroves and seagrasses**. Nova Iorque: Oxford

University Press, 2007.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: volume I. Brasília: ICMBio/MMA, 2018a.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: volume VII – Invertebrados. Brasília: ICMBio/MMA, 2018b.

LEÃO, Adriana Risuenho; PRATES, Ana Paula Leite; FUMI, Matteo. Manguezal e as unidades de conservação. *In*: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 4.

LIMA, J. F. *et al.* First records of *Cardisoma guanhum* (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) from the coast of Brazilian Amazonia. **Crustaceana**, [s. l.], v. 82, n. 11, p. 1463-1468, 2009. DOI 10.1163/001121609X12487811051741. Disponível em: https://brill.com/view/journals/cr/82/11/article-p1463_9.xml. Acesso em: 3 out. 2022.

LIRA, J. J. P. R.; CALADO, T. C. S.; ARAÚJO, M. S. L. C. Breeding period in the mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Decapoda: Grapsidae) in Northeast Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, San José, v. 61, n. 1, p. 29-38, 2013. DOI 10.15517/rbt.v61i1.10878. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/10878>. Acesso em: 11 maio 2023.

MALDONADO, Annelis Hernández. **Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhum* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz**. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão de Ecossistemas Marinhos e Costeiros) – Universidad Veracruzana, Tuxpan, 2013.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996.

MENGHINI, Ricardo Palamar *et al.* Restauração ecológica de manguezais. *In*: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 7.

MORGAN, S. G. Influence of tidal variation on reproductive timing. **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [s. l.], v. 206, n. 1/2, p. 237-251, 1996. DOI 0.1016/S0022-0981(96)02606-8. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022098196026068>. Acesso em: 6 set. 2022.

MUNDINGER, Carolin *et al.* Global warming leads to larger bats with a faster life history pace in the long-lived Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). **Communications Biology**, [s. l.], v. 5, n. 682, p. 1-8, jul. 2022. DOI 10.1038/s42003-022-03611-6. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42003-022-03611-6>. Acesso em: 5 out. 2022.

NOVAIS, W. R. R.; CARVALHO, F. L.; COUTO, E. C. G. Conservation of the endangered blue land crab *Cardisoma guanhum* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in Brazil: optimal habitats and environmental factors. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI 10.1093/jcobiol/ruab011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/41/2/ruab011/6237211?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 3 abr. 2024.

OLIVEIRA, L. P. H. Estudos ecológicos dos crustáceos comestíveis Uçá e Guaiamú, *Cardisoma guanhumi* Latreille e *Ucides cordatus* (L). Gecarcinidae, Brachyura. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 295-322, 1946. DOI 10.1590/S0074-02761946000200003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/VYXzCK7BgW3kKxZC9BbxDjg/?lang=pt>. Acesso em: 3 abr. 2024.

PINHEIRO, M. A. A. *et al.* Avaliação dos caranguejos gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). *In*: PINHEIRO, Marcelo; BOOS, Harry (org.). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia, 2016. cap. 13.

PINHEIRO, M. A. A. *et al.* ***Cardisoma guanhumi***: Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Brasília: ICMBio, 2023. DOI 10.37002/salve.ficha.15646.2. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. Acesso em: 17 maio 2024.

QUINTERO-TORRES, Enrique; CHACÓN, Noemí; LÓPEZ-SÁNCHEZ, Beatriz. The ecosystem engineering role of the neotropical crab *Cardisoma guanhumi* on mangrove soil properties. **Wetlands Ecol Manage**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 993-1000, 2018. DOI 10.1007/s11273-018-9618-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-018-9618-7>. Acesso em: 3 abr. 2024.

ROSARIO, Ricardo Pedro Guazzelli; ABUCHAHLA, Guilherme Moraes de Oliveira. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. *In*: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 5.

SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; RIBEIRO, Fabiano Pimentel. Manejo da pesca do guaiamum: uma alternativa para conservação das áreas de apicum do nordeste oriental brasileiro. **Revista CEPsul - Biodiversidade e Conservação Marinha**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 2019. DOI 10.37002/revistacepsul.vol8.861e2019004. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/cepsul/article/view/861>. Acesso em: 23 set. 2022.

SHINOZAKI-MENDES, R. A. *et al.* Reproductive biology of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) in north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 761–768, 2013. DOI 10.1017/S0025315412000951. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63361>. Acesso em: 28 out. 2022.

SILVA, Cylene Câmara da. **Dinâmica populacional do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae) em duas áreas de manguezal no Estado do Rio Grande do Norte com diferentes pressões de captura**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11823>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, Rejane da; OSHIRO, Lídia Miyako Yoshii. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 71-78, dez. 2002. DOI

10.1590/S0101-81752002000600007. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbzool/a/NPkTLpZVhHbKwRNvrKMnxkr/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2022.

TAKAHASHI, Mauricio Avelar. **Conhecimentos locais e a cadeia produtiva do goiamum (*Cardisoma guanhumi*, Lattreille, 1825) no litoral paraibano**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8688>. Acesso em: 31 ago. 2022.

THURMAN, C. L. Unravelling the ecological significance of endogenous rhythms in intertidal crabs. **Biological Rhythm Research**, [s. l.], v. 35, n. 1/2, p. 43-67, 2004. DOI 10.1080/09291010412331313232. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09291010412331313232>. Acesso em: 3 abr. 2024.

UFC *et al.* **Atlas dos manguezais do Nordeste do Brasil**: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE, 2006.

WAIHO, K. *et al.* On Types of Sexual Maturity in Brachyurans, with Special Reference to Size at the Onset of Sexual Maturity. **Journal of Shellfish Research**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 807-839, 2017. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-shellfish-research/volume-36/issue-3/035.036.0330/On-Types-of-Sexual-Maturity-in-Brachyurans-with-Special-Reference/10.2983/035.036.0330.short>. Acesso em: 5 jun. 2023.

WENNER, A. M.; FUSARO, C.; OATE, A. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. **Canadian Journal of Zoology**, [s. l.], v. 52, n. 9, 1095-1106, Sept. 1974. DOI 10.1139/z74-147. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/z74-147>. Acesso em: 5 jun. 2023.

WOLCOTT, D. L.; O'CONNOR, N. J. Herbivory in crabs: adaptations and ecological considerations. **American Zoologist**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 370–381, 1992. DOI 10.1093/icb/32.3.370. Disponível em:
<https://academic.oup.com/icb/article/32/3/370/1992261>. Acesso em: 22 set. 2022.

WOLCOTT, T. G. Ecology. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 3.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo é pioneiro em investigar modificações na história de vida de uma população de *C. guanhumi* comparando dados produzidos anteriormente com dados recentes, de forma a contribuir para o entendimento da atual situação da população do estuário do rio Jaguaribe (CE) e em como o animal responde às pressões ambientais. Estudar os traços de história de vida do guaiamum leva a oportunidade de compreender suas estratégias de sobrevivência, crescimento e reprodução. O conhecimento da dinâmica populacional e reprodutiva é uma ferramenta fundamental no subsídio de legislação para a gestão e a pesca sustentável deste animal. Dados de proporção sexual podem indicar sobreexploração da população, o tamanho de maturidade sexual é essencial para definição do tamanho mínimo de captura, informações sobre o período reprodutivo e de desova são importantes para estabelecer o período de defeso e estimar a densidade populacional é crucial para tomar decisões sobre limites de colheita e entender as regiões de refúgio e pesca.

Os resultados deste trabalho mostram que a população do estuário do rio Jaguaribe ainda permanece em equilíbrio populacional. No entanto, está diminuindo a alocação de energia no crescimento somático e investindo em reprodução, com o ambiente selecionando indivíduos com menores valores de largura de carapaça e menores tamanhos de maturação que aqueles achados por Shinozaki-Mendes (2008) para o mesmo local. O valor estimado para densidade populacional sugere que o maior investimento em reprodução está aumentando a fecundidade, com o guaiamum produzindo ninhadas maiores com filhotes de menor tamanho, de forma a garantir a existência de gerações futuras. A mortalidade dos indivíduos pela pesca, destruição do manguezal e liberação de compostos nas águas estuarinas podem ser as principais causas das modificações nos traços da história de vida da população estudada, sendo necessários trabalhos posteriores que avaliem as variáveis ambientais e antrópicas do estuário e verifiquem se e como elas afetam o guaiamum.

Dessa forma, os esforços ao uso sustentável e conservação do *C. guanhumi* devem ser somados à proteção do ecossistema habitado por ele. A preservação dos manguezais e das águas estuarinas são importantes não só para o guaiamum, mas para todas as espécies ali presentes, inclusive humanos que tiram dali seus sustentos. Para isso, é fundamental estabelecer políticas claras e específicas a este ambiente, abrangendo o ecossistema manguezal por completo, considerar apicuns como áreas de preservação permanente, monitorar as áreas estuarinas e fiscalizar o cumprimento das leis.

A legislação vigente para o uso sustentável do guaiamum, Portaria Interministerial

nº 38/2018, define o tamanho mínimo de captura como sendo 7,0 cm de largura da carapaça e proíbe a captura de fêmeas em todo o território brasileiro (Brasil, 2018). No entanto, é sabido que o tamanho de maturidade varia de um local para outro, em resposta a fatores ambientais e antrópicos característicos de cada região. Sugere-se, então, que planos de gestão locais sejam utilizados para definição do tamanho mínimo de captura com base em estudos feitos no próprio local de abrangência do plano. E, ao considerar o maior valor de maturidade obtido neste estudo (6,0 cm) e a pequena quantidade de machos que atingem valores iguais ou maiores que o disposto na Portaria (14,5%), que um plano de gestão do estuário do rio Jaguaribe seja desenvolvido, com participação comunitária, e que tenha como tamanho mínimo de captura 6,5 cm, de forma a garantir a reprodução da população.

Somado a isso, recomenda-se que sejam feitos novos estudos para verificar o real período de defeso da população, mas, com base nos resultados obtidos pelo índice gonadossomático, é aconselhável abranger, inicialmente, os meses de novembro a maio. A Portaria em questão define como período de andada os meses de dezembro a maio, que se enquadra nos dados aqui achados. Junto, novas pesquisas que verifiquem a densidade específica de diferentes partes do estuário devem ser realizadas, de forma a garantir áreas para pesca e para refúgio e crescimento do guaiamum. Em conjunto ao plano de gestão, o estabelecimento de atividades que visem a educação ambiental das comunidades locais que promovam conhecimentos que favoreçam a relação homem-natureza e que tragam a importância do manguezal e dos animais que ali habitam para o ambiente em si e para a sociedade, apresentando formas de captura sustentáveis, de diferenciação sexual e de reconhecimento de indivíduos maduros, como a classificação de maturação morfológica, são indispensáveis. Ademais, estudos contínuos para registro desses dados em uma série histórica também poderão melhor subsidiar planos de conservação da espécie.

Por fim, deixo aqui um apelo. O estuário do rio Jaguaribe possui uma beleza singular, sendo um ambiente importante para as espécies que lá habitam e para as comunidades ribeirinhas e quilombolas que vivem em seu entorno. A valorização desta região deve ocorrer por meio da preservação de seus ecossistemas aquáticos e terrestres e do uso sustentável de seus recursos. Assim, deve haver implementação, incentivo e divulgação de passeios de barco guiados pelos próprios catadores e pescadores da região e trilhas ecológicas desenvolvidas nos manguezais, que devem ser aliadas a atividades de educação ambiental tanto às comunidades locais quanto aos visitantes.

REFERÊNCIAS

- ADIYODI, R. G. Reproduction and development. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 5.
- ALBUQUERQUE, Antonia *et al.* A proteção do ecossistema manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEOgraphia**, [s. l.], v. 17, n. 33, p. 126-153, 2015. DOI 10.22409/GEOgraphia2015.v17i33.a13700. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13700>. Acesso em: 23 out. 2022.
- ANNALA, J. H. *et al.* Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 217-227, 1980. DOI 10.1080/00288330.1980.9515864. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288330.1980.9515864>. Acesso em: 5 jun. 2023.
- ARROYAVE-RINCÓN, Andrea *et al.* Efecto de borde sobre la población del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) en el manglar de la bahía El Uno, golfo de Urabá (Colombia): una aproximación a su captura artesanal. **Actual. Biol.**, Medellín, v. 36, n. 100, p. 47-57, 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842014000100006. Acesso em: 25 mar. 2024.
- BARBOSA, Elaine Maia *et al.* Estrutura de um fragmento de caatinga infestado por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1952-1966, 2019. DOI 10.26848/rbgf.v12.5.p1952-1966. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/241312>. Acesso em: 17 abr. 2024.
- BENETTI, Aline Staskowian; NEGREIROS-FRANSOZO, Maria Lucia. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia Sér. Zool.*, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 67-72, 2004. DOI 10.1590/S0073-47212004000100012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/VRgsrFMZVBbt3MJtdXvGBYf/?lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2024.
- BERMER, O. A. *et al.* **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART, 1976.
- BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira *et al.* Caracterização biológica do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825 (Decapoda: Gecarcinidae) do estuário do Rio Caravelas (Caravelas – Bahia). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 17, n. 1, p. 95-75, 2009. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/33-volume-xvii.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- BOTELHO, Emanuel Roberto de Oliveira; SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; SOUZA, José Roberto Botelho de. Aspectos populacionais do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco-Brasil). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 9, n. 1, p. 123-147, 2001. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepene/publicacoes/boletim-tecnico-cientifico/24-volume-ix.html>.

Acesso em: 26 ago. 2022.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformation. **Journal of the Royal Statistical Society: Serie B**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 211-243, 1964. DOI 10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x. Disponível em: <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>. Acesso em: 4 abr. 2024

BRANCO, Joaquim Olinto. Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC - Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, [s. l.], v. 7, n. 1/2, p. 165-179, jul. 1991. DOI 10.1590/S0101-81751990000200016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/8t9rmXf9Z3n4PTLhh3GJBdg/?lang=pt>. Acesso em: 6 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 125, 25 de setembro de 2002**. Brasília: IBAMA, 2002. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=109256>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 53, 30 de setembro de 2003**. Brasília: IBAMA, 2003. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=110452>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 05, de 21 de maio de 2004**. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=112171>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa nº 90, 02 de fevereiro de 2006**. Brasília: IBAMA, 2006. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=112331>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.038, de 31 de agosto de 1981; nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2012a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília: Casa Civil, 2012b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014**. Brasília: MMA, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portaria nº 09, de 29 de janeiro de 2015**. Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal - PAN Manguezal, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência, formas de implementação e 02070.002930/2011-61). Brasília: ICMBio, 2015b. Disponível em: https://www1.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_icmbio_09_2015_aprova_pan_manguezais.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 163, de 08 de junho de 2015**. Brasília: MMA, 2015a. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_mma_163_2015_altr_art_p_445_2014.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 161, de 20 de abril de 2017**. Dispõe sobre as restrições previstas no art. 2º da Portaria no 445, de 17 de dezembro de 2014, do Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2017/PORTARIA_No_161_20_abril_2017.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 128, de 27 de abril de 2018**. Reconhece como passível de exploração, estudo ou pesquisa a espécie *Cardisoma guanhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo azul, caranguejo-do-mato) e estabelece as respectivas condições. Brasília: MMA, 2018a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/planos-de-recuperacao-de-especies-aquaticas/portaria-no-128-de-27-de-abril-de-2018-imprensa-nacional.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 38, de 26 de julho de 2018**. Define regras para o uso sustentável e para a recuperação dos estoques da espécie *Cardisoma guanhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo-azul, caranguejo-do-mato). Brasília: DOU, 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/especies-permitidas-portaria-mma-no-445-2014/portaria-interministerial-seap-pr_mma-no-38-de-26-07-2018.pdf/view. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022**. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: DOU, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRIGHT, D. B.; HOGUE, C. L. A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. **Contributions in Science**, [s. l.], v. 220, n. 1, p. 1-58, 1972. DOI 10.5962/p.241205. Disponível em:

<https://www.biodiversitylibrary.org/part/241205>. Acesso em: 20 set. 2022.

BROMMER, J. E. The evolution of fitness in life-history theory. **Biol. Rev.**, [s. l.] v. 75, n. 3, p. 377–404, 2000. DOI 10.1111/j.1469-185X.2000.tb00049.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-185X.2000.tb00049.x>. Acesso em: 11 abr. 2024.

BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. Biology of the land crab: an introduction. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 1.

CARDONA ACUNÃ, L. F.; CAMPOS, N. H.; HERNÁNDEZ ROLONG, E. Parâmetros de crescimento de *Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena, Colombia. **Bol. Invest. Mar. Cost.**, Santa Marta, v. 48, n. 1, 2019. DOI 10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.755. Disponível em: <http://boletin.invemar.org.co:8085/ojs/index.php/boletin/article/view/803>. Acesso em: 22 mar. 2024.

CARMONA-SUÁREZ, C. A. Present status of *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) populations in Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 36, n. 12, p. 908-913, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921507007>. Acesso em: 28 ago. 2022.

CARMONA-SUÁREZ, C. A.; GUERRA-CASTRO, E. J. Populations of *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in mangrove forests and coastal grasslands in Venezuela. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 38, n. 6, p. 739-747, 2018. DOI 10.1093/jcabi/ruy074. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article/38/6/739/5104225>. Acesso em: 2 abr. 2024.

CARQUEIJA, Cesar Roberto Goes. **Transaminases Alanina Aminotransferase (ALT) e Aspartato Aminotransferase (AST) como biomarcadores de toxicidade no caranguejo *Cardisoma guanhumi***: utilidade no monitoramento de risco ambiental. 2014. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/29539>. Acesso em: 17 abr. 2024.

CARVALHO NETA, Maria de Lourdes. **Evolução geomorfológica atual e análise ambiental da foz do rio Jaguaribe/CE**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17756>. Acesso em: 24 out. 2022.

CASTIGLIONI, D. S., NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 137-144, 2004. DOI 10.1590/S0101-81752004000100023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/GWWq3z3txwWjjhxRTyL7hrw/>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CASTIGLIONI, D. S.; COELHO, P. A. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucidiidae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 101, n. 1-2, p. 138-144, 2011. DOI 10.1590/S0073-47212011000100020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/isz/a/KbwdZLLXzrsX4Y7bPZXMHRK/?lang=pt>. Acesso em: 10 maio 2023.

CHISHOLM, J. S. Death, hope, and sex: life-history theory and the development of reproductive strategies. **Current Anthropology**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1-24, 1993. DOI 10.1086/204131. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/204131>. Acesso em: 11 abr. 2024.

CONTI, Rita de Cássia; NALESSO, Rosebel Cunha. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-Açu river estuary, Espírito Santo, Brazil. **Brazilian Journal Of Oceanography**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 81-92, 2010. DOI 10.1590/S1679-87592010000200001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjoce/article/view/39546>. Acesso em: 17 mar. 2024.

COSTA, Carlos Germano Ferreira. Estudo da ecologia da paisagem no estuário do rio Jaguaribe no litoral do Ceará (Brasil) numa perspectiva geoambiental. **Revista Brasileira De Gestão Ambiental**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 24-32, abr./jun. 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2068>. Acesso em: 24 out. 2022.

COSTLOW JÚNIOR, J. D.; BOOKHOUT, C. G. The effect of environmental factors on development of the land-crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille. **American Zoologist**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 399-410, 1968. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3881399>. Acesso em: 20 set. 2022.

DIAS NETO, José (org.). **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaíamum e do Siri-Azul**. Brasília: IBAMA, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268390130>. Acesso em: 5 out. 2022.

EMMERSON, E. D. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. **Journal of Crustacean Biology**. [s. l.], v. 14, n. 3, p. 568-578, 1994. DOI 10.2307/1549002. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1549002>. Acesso em: 5 jun. 2023.

FABIAN, D.; FLATT, T. **Life History Evolution**. [S. l.]: Nature Education Knowledge, 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/life-history-evolution-68245673/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

FIRMO, A. M. S. *et al.* Capture and commercialization of clue land crabs (“guaíamum”) *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) along the coast of Bahia State, Brazil: an ethnoecological approach. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [s. l.], v. 8, n. 12, p. 1- 12, 2012. DOI 10.1186/1746-4269-8-12. Disponível em: <http://www.ethnobiomed.com/content/8/1/12>. Acesso em: 28 ago. 2022.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection**. Oxford: Oxford University Press, 1930.

FUNCEME. **Calendário de chuvas**. Versão 2.0.1. Fortaleza: FUNCEME, 2024.

GADGIL, M.; BOSSERT, W. H. Life historical consequences of natural selection. **The**

American Naturalist, [s. l.], v. 104, n. 935, p. 1-24, 1970. DOI 10.1086/282637. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/282637>. Acesso em: 10 out. 2022.

GALLI, O. B. S. **Texto Base para elaboração do Plano de Recuperação do Caranguejo Guaiamum (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825)**. Caravelas: MMA, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/pesca/planos-de-recuperacao/Plano_de_Recuperacao_do_Guaiamum.pdf. Acesso em: 5 out. 2022.

GALLI, O. B. S.; FUJIMOTO, R. Y.; ABRUNHOSA, F. A. Acute toxicity of sodium metabisulphite in larvae and post-larvae of the land crab, *Cardisoma guanhumi*. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, [s. l.], v. 89, n. 2, p. 274-280, 2012. DOI 10.1007/s00128-012-0687/87. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22644045/>. Acesso em: 2 abr. 2024.

GAMEIRO, Samuel *et al.* Multitemporal spatial analysis of land use and land cover changes in the lower Jaguaribe hydrographic sub-basin, Ceará, Northeast Brazil. **Land**, [s. l.], v. 11, n. 103, 2022. DOI 10.3390/land11010103. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/1/103/htm>. Acesso em: 24 out. 2022.

GIFFORD, C. A. Some observations on the general biology of the land crabs, *Cardisoma guanhumi* (Latreille), in South Florida. **Biological Bulletin**, [s. l.], v. 123, n. 1, p. 207-233, 1962. DOI 10.2307/1539516. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1539516>. Acesso em: 28 ago. 2022.

GODOY, Mario Duarte Pinto; LACERDA, Luiz Drude. River-island morphological response to basin land-use change within the Jaguaribe River Estuary, NE Brazil. **Journal of Coastal Research**, Coconut Creek, v. 30, n. 2, p. 399-410, 2014. DOI 10.2112/JCOASTRES-D-13-00059.1. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-coastal-research/volume-30/issue-2/JCOASTRES-D-13-00059.1/River-Island-Morphological-Response-to-Basin-Land-Use-Change-within/10.2112/JCOASTRES-D-13-00059.1.short>. Acesso em: 17 abr. 2024.

GOVENDER, Yogani; RODRÍGUEZ-FOURQUET, Concepción. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico. **Tropical Estuaries**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 203-209, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266470580>. Acesso em: 11 set. 2022.

GUIMARÃES, Luís Wagner Ferreira. **Biologia populacional do caranguejo goiamum (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828) em áreas com diferentes perfis de uso e ocupação de reserva extrativista marinha**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32118>. Acesso em: 22 out. 2022.

HARTNOLL, R. G. Evolution, systematics and geographical distribution. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 2.

HARTNOLL, R. G. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 557, n. 1, p. 31-40, 2006. DOI 10.1007/s10750-005-9305-6. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-005-9305-6>. Acesso em: 12 out. 2022.

HARTNOLL, R. G. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 131-136, 1974. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20102127>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HERREID II, C. F.; GIFFORD, C. A. The burrow habitat of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille). **Ecology**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 773-775, 1963. DOI 10.2307/1933027. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1933027>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HINES, A. H. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, [s. l.], v. 69, p. 309-320, 1982. DOI 10.1007/BF00397496. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00397496>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HINES, A. H. Geographic variation in size at maturity of brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, [s. l.], v. 45, p. 356-368, 1989. Disponível em: <https://repository.si.edu/handle/10088/17782>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HOGARTH, P. J. **The biology of mangroves and seagrasses**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2007.

HURTADO, Enrique Giménez *et al.* Situación actual del cangrejo de tierra, *Cardisoma guanhumi*, (Latreille, 1825) en Cabo Cruz, Parque Nacional Desembarco del Granma, Cuba. **El Bohío boletín electrónico**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. 27-34, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1834/9810>. Acesso em: 5 out. 2022.

HUTCHINGS, J. A. Adaptative life histories effected by age-specific survival and growth rate. **Ecology**, [s. l.], v. 74, n. 3, p. 673-684, 1993. DOI 10.2307/1940795. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1940795>. Acesso em: 12 out. 2022.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: volume I. Brasília: ICMBio/MMA, 2018.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: volume VII – Invertebrados. Brasília: ICMBio/MMA, 2018b.

IPECE. **Perfil municipal 2017**: Aracati. Fortaleza: IPECE, 2018a.

IPECE. **Perfil municipal 2017**: Fortim. Fortaleza: IPECE, 2018b.

KAPLAN, H. S.; GANGESTAD, S. W. Life history theory and evolutionary psychology. *In*: BUSS, D. M. **The handbook of evolutionary psychology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2005. cap. 2. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470939376.ch2>. Acesso em: 12 out. 2022.

LEÃO, Adriana Risuenho; PRATES, Ana Paula Leite; FUMI, Matteo. Manguezal e as unidades de conservação. *In*: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 4.

LIMA, J. F. *et al.* First records of *Cardisoma guanhumí* (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) from the coast of Brazilian Amazonia. **Crustaceana**, [s. l.], v. 82, n. 11, p. 1463-1468, 2009. DOI 10.1163/001121609X12487811051741. Disponível em: https://brill.com/view/journals/cr/82/11/article-p1463_9.xml. Acesso em: 3 out. 2022.

LIMA, M. C. *et al.* Seasonal variation in biometric parameters in a population of the endangered blue land crab (*Cardisoma guanhumí*): indicators for assessment and management. **Regional Studies In Marine Science**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 1-11, 2021. DOI 10.1016/j.rsma.2021.101804. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485521001961>. Acesso em: 5 out. 2022.

LIRA, J. J. P. R.; CALADO, T. C. S.; ARAÚJO, M. S. L. C. Breeding period in the mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Decapoda: Grapsidae) in Northeast Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, San José, v. 61, n. 1, p. 29-38, 2013. DOI 10.15517/rbt.v61i1.10878. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/10878>. Acesso em: 11 maio 2023.

LUTZ, P. L.; AUSTIN, C. B. Land crabs: a new resource potential. **Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 6-16, 1983. Disponível em: <https://aquadocs.org/handle/1834/29938>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MAIA, Rafaela Camargo; COUTINHO, Ricardo. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: a comparative study. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 87-98, 2012. DOI 10.4067/S0718-19572012000100008. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-19572012000100008&script=sci_abstract&tlng=en. Acesso em: 3 abr. 2024.

MALDONADO, Annelis Hernández. **Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumí* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz**. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão de Ecossistemas Marinhos e Costeiros) – Universidad Veracruzana, Tuxpan, 2013.

MARINS, R. V. *et al.* Anthropogenic sources and distribution of phosphorus in sediments from the Jaguaribe River estuary, NE, Brazil. **Braz. J. Biol.**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 673-678, 2011. DOI 10.1590/S1519-69842011000400011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/sQy8yx9GGZ3dgJ7nLp9qhFH/?lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2024.

MCNAMARA, J. M.; HOUSTON, A. I. State-dependent life histories. **Nature**, [s. l.], v. 380, n. 1, p. 215-221, 1996. DOI 10.1038/380215a0. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/380215a0>. Acesso em: 11 abr. 2024.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade *et al.* Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2008. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/48>. Acesso em: 24 out. 2022.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996.

MENDES, L. N.; CRUZ, R. Estimation of density and abundance of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828, in the Imburana peninsula, northern Brazil. **Crustaceana**, [s. l.], v. 90, n. 5, p. 571-587, 2017. DOI 10.1163/15685403-00003673. Disponível em: https://brill.com/view/journals/cr/90/5/article-p571_3.xml. Acesso em: 22 mar. 2024.

MENDES, P. P. **Estatística aplicada à Aquicultura**. Recife: Ed. Bargaço, 1999.

MENGHINI, Ricardo Palamar *et al.* Restauração ecológica de manguezais. In: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 7.

MORAES-COSTA, D. F.; SCHWAMBORN, R. Site fidelity and population structure of blue land crabs (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825) in a restricted-access mangrove area, analyzed using PIT tags. **Helgol. Mar. Res.**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 1-15, 2018. DOI 10.1186/s10152-017-0504-0. Disponível em: <https://hmr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s10152-017-0504-0>. Acesso em: 22 mar. 2024.

MORGAN, S. G. Influence of tidal variation on reproductive timing. **Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology**, [s. l.], v. 206, n. 1/2, p. 237-251, 1996. DOI 0.1016/S0022-0981(96)02606-8. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022098196026068>. Acesso em: 6 set. 2022.

MOURA, Victor Lacerda; LACERDA, Luiz Drude. Contrasting mercury bioavailability in the marine and fluvial dominated areas of the Jaguaribe River Basin, Ceará, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 49-54, 2018. DOI 10.1007/s00128-018-2368-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00128-018-2368-7>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MUNDINGER, Carolin *et al.* Global warming leads to larger bats with a faster life history pace in the long-lived Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). **Communications Biology**, [s. l.], v. 5, n. 682, p. 1-8, jul. 2022. DOI 10.1038/s42003-022-03611-6. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42003-022-03611-6>. Acesso em: 5 out. 2022.

NASCIMENTO, João Luís Joventino do. **Processos educativos: as lutas das mulheres pescadoras do mangue do Cumbe contra o racismo ambiental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/14373>. Acesso em: 25 out. 2022.

NOVAIS, W. R. R.; CARVALHO, F. L.; COUTO, E. C. G. Conservation of the endangered blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828 (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae) in Brazil: optimal habitats and environmental factors. **Journal of Crustacean Biology**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 1-12, 2021. DOI 10.1093/jcbiol/ruab011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/41/2/ruab011/6237211?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 3 abr. 2024.

NUNES, L. F. C. V.; MEDEIROS, P. H. A. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, [s. l.], v. 17, n. 2020, p. 1-14, 2020. DOI 10.21168/rega.v17e18. Disponível

em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/409>. Acesso em: 18 mar. 2024.

OLIVEIRA, L. P. H. Estudos ecológicos dos crustáceos comestíveis Uçá e Guaiamú, *Cardisoma guanhumi* Latreille e *Ucides cordatus* (L). Gecarcinidae, Brachyura. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 295-322, 1946. DOI 10.1590/S0074-02761946000200003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/VYXzCK7BgW3kKxZC9BbxDjg/?lang=pt>. Acesso em: 3 abr. 2024.

ONWUBIKO, G. N. *et al.* Fipronil use and associated effects on hematological and biochemical parameters of blue land crab (*Cardisoma guanhumi* Latreille): ecological implication. **J. Exp. Zool. A Ecol. Integr. Physiol.**, [s. l.], v. 337, n. 3, p. 258–267, 2022. DOI 10.1002/jez.2563. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jez.2563>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PARTRIDGE, L.; HARVEY, P. Evolutionary biology: costs of reproduction. **Nature**, [s. l.], v. 316, n. 4, p. 20, 1985. DOI 10.1038/316020a0. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/316020a0>. Acesso em: 13 out. 2022.

PAULA, D. P.; MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S. Análise geoambiental do estuário do rio Jaguaribe-CE: tensores naturais e antrópicos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais XI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia: UGB, 2006. p. 4267-4274. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/app/webroot/sinageo/6/6/245.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

PINHEIRO, M. A. A. *et al.* Avaliação dos caranguejos gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). *In*: PINHEIRO, Marcelo; BOOS, Harry (org.). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia, 2016. cap. 13.

PINHEIRO, M. A. A. *et al.* ***Cardisoma guanhumi***: Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Brasília: ICMBio, 2023. DOI 10.37002/salve.ficha.15646.2. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. Acesso em: 17 maio 2024.

PINTO, M. F. *et al.* Quando os conflitos socioambientais caracterizam um território? **Gaia Scientia**, [s. l.], v. Especial Populações Tradicionais, p. 271-288, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/22721>. Acesso em: 25 out. 2022.

PPMENDES. **SisEAPRO**: Sistema de Estatística Aplicada à Produção. Versão 4.0. Recife: [s. n.], 2024.

QUIÑONES-Llópiz, J. D. *et al.* Size distribution and sex ratio between populations of the artisanal harvested land crab *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae), with the estimation of relative growth and size at sexual maturity in Puerto Rico. **Rev. biol. trop.**, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 989-1003, 2021. DOI 10.15517/rbt.v69i3.45570. Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442021000300989&script=sci_abstract. Acesso em: 22 mar. 2024.

QUIÑONES-Llopiz, J. D.; RODRÍGUEZ-FOURQUET, C. Dinámica y estructura de la población del cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) en la Reserva Natural del Humedal Punta Tuna en Maunabo, Puerto Rico. In: MOREIRA, Martha Natalia Molina; CÁRDENAS, Francisco Galvis (org.). **Mangales de América**. Guayaquil: UEES, 2019. p. 98-110. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344622744>. Acesso em: 22 mar. 2024.

QUINTERO-TORRES, Enrique; CHACÓN, Noemí; LÓPEZ-SÁNCHEZ, Beatriz. The ecosystem engineering role of the neotropical crab *Cardisoma guanhumi* on mangrove soil properties. **Wetlands Ecol Manage**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 993-1000, 2018. DOI 10.1007/s11273-018-9618-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-018-9618-7>. Acesso em: 3 abr. 2024.

REZNICK, David. Costs of reproduction: an evaluation of the empirical evidence. **Oikos**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 257-267, 1985. DOI 10.2307/3544698. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3544698>. Acesso em: 13 out. 2022.

RICKLEFS, R. E. **A economia da Natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RICKLEFS, R. E.; RELEYA, R. **A economia da Natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RICKLEFS, R. E.; WIKELSKI, M. The physiology/life-history nexus. **Trends In Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 17, n. 10, p. 462-468, 2002. DOI 10.1016/S0169-5347(02)02578-8. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169534702025788>. Acesso em: 11 out. 2022.

RIVERA, José Juan Oliva. El cangrejo terrestre *Cardisoma guanhumi* ¿un recurso pesquero? **ECOfronteiras**, [s. l.], v. 25, p. 15-17, 2005. Disponível em: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/871>. Acesso em: 22 mar. 2024.

RODRIGUEZ-FOURQUET, Concepción; SABAT, Alberto. Effect of harvesting, vegetation structure and composition on the abundance and demography of the land crab *Cardisoma guanhumi* in Puerto Rico. **Wetlands Ecol Manage**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 627-640, 2009. DOI 10.1007/s11273-009-9139-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-009-9139-5>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ROSARIO, Ricardo Pedro Guazzelli; ABUCHAHLA, Guilherme Moraes de Oliveira. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. cap. 5.

SANTOS, Luciana Cavalcanti Maia *et al.* Management and conservation of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Gecarcinidae) based on environmental and fishery factors: a case study in Brazil. **Wetlands Ecol. Manage.**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 389-403, 2022. DOI 10.1007/s11273-022-09868-2. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-022-09868-2>. Acesso em: 23 out. 2022.

SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; RIBEIRO, Fabiano Pimentel. Manejo da pesca do guaiamum: uma alternativa para conservação das áreas de apicum do nordeste oriental

brasileiro. **Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 2019. DOI 10.37002/revistacepsul.vol8.861e2019004. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/cepsul/article/view/861>. Acesso em: 23 set. 2022.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. *In*: VERNBERG, F. J.; VERNBERG, W. B. Vernberg (ed.). **The biology of Crustacea - environmental adaptations**. Londres: Academic Press, 1983. p. 179-270.

SCHMIDT, A. J. **Diretrizes básicas para monitoramento de parâmetros populacionais de guaiamum (*Cardisoma guanhumi*) em unidades de conservação**. Teixeira de Freitas: UFSB, 2019.

SHINOZAKI-MENDES, R. A. *et al.* Reproductive biology of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) in north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 761–768, 2013. DOI 10.1017/S0025315412000951. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63361>. Acesso em: 28 out. 2022.

SHINOZAKI-MENDES, Renata Akemi. **Biologia reprodutiva do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae) na Região de Aracati, CE**. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6449>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, C. C.; SCHWAMBORN, R.; OLIVEIRA, J. E. L. Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille 1828) (Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 949-958, 2014. DOI 10.1590/1519-6984.01913. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/h3zxRS5NT3LqFpZ7XJz9xYS/?lang=en>. Acesso em: 11 maio 2023.

SILVA, Cyrene Câmara da. **Dinâmica populacional do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae) em duas áreas de manguezal no Estado do Rio Grande do Norte com diferentes pressões de captura**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11823>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, Rejane da; OSHIRO, Lídia Miyako Yoshii. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 71-78, dez. 2002. DOI 10.1590/S0101-81752002000600007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/NPkTLpZVhHbKwRNvrKMnxkr/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2022.

SOARES, Ana Maria Lebre *et al.* Análise temporal do crescimento da carcinicultura marinha no estuário do rio Jaguaribe-Ceará. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 2007, Florianópolis. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 4267-4274. Disponível em: <http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.19.57/doc/4267-4274.pdf>. Acesso

em: 24 out. 2022.

SOUZA, Leonardo Peres de. **Maturidade sexual e relações morfométricas do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) Crustacea: Brachyura: Grapsidae) do estuário do Rio Jaguaribe (Aracati - Ceará)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4925>. Acesso em: 22 out. 2022.

STEARNS, S. C. Life history evolution: successes, limitations, and prospects. **Naturwissenschaften**, [s. l.], v. 87, n. 11, p. 476-486, 2000. DOI 10.1007/s001140050763. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001140050763>. Acesso em: 11 out. 2022.

STEARNS, S. C. Life-history tactics: a review of the ideas. **The Quarterly Review Of Biology**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 3-47, 1976. DOI 10.1086/409052. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/409052>. Acesso em: 11 out. 2022.

STEARNS, S. C. Trade-Offs in Life-History Evolution. **Functional Ecology**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 259, 1989. DOI 10.2307/2389364. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2389364>. Acesso em: 11 out. 2022.

STEARNS, S. C.; HOEKSTRA, R. F. **Evolução**: uma introdução. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

STEARNS, S. C.; KOELLA, J. C. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. **Evolution**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 893-913, 1986. DOI 10.1111/j.1558-5646.1986.tb00560.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1558-5646.1986.tb00560.x>. Acesso em: 12 out. 2022.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926. DOI 10.1080/01621459.1926.10502161. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1926.10502161>. Acesso em: 3 abr. 2024.

TAISSOUN, Edgard. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumí* (Latreille) en Venezuela: distribución, ecología, biología y evaluación poblacional. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, Maracaibo, v. 10, n. 1, p. 6-50, 1974. Disponível em: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/220>. Acesso em: 5 out. 2022.

TAKAHASHI, Mauricio Avelar. **Conhecimentos locais e a cadeia produtiva do goiamum (*Cardisoma guanhumí*, Latreille, 1825) no litoral paraibano**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8688>. Acesso em: 31 ago. 2022.

TAKAHASHI, Mauricio Avelar; NISHIDA, Alberto Kioharu. Traditional knowledge and variations in capture techniques used for blue land crab (*Cardisoma guanhumí*, L. 1825) along the coast of Paraíba, Brazil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 40, n. 1, p.

1-9, 2018. DOI 10.4025/actascibiolsci.v40i1.37743. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/37743>. Acesso em: 27 mar. 2024.

THURMAN, C. L. Unravelling the ecological significance of endogenous rhythms in intertidal crabs. **Biological Rhythm Research**, [s. l.], v. 35, n. 1/2, p. 43-67, 2004. DOI 10.1080/09291010412331313232. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09291010412331313232>. Acesso em: 3 abr. 2024.

UFC *et al.* **Atlas dos manguezais do Nordeste do Brasil**: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE, 2006.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996.

VERAS, Ana Odilia de Carvalho. **Impactos socioambientais no estuário do rio Jaguaribe**: o caso da cidade de Aracati-CE. 2010. Dissertação (Mestrado em Proteção Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16103>. Acesso em: 24 out. 2022.

WAIHO, K. *et al.* On Types of Sexual Maturity in Brachyurans, with Special Reference to Size at the Onset of Sexual Maturity. **Journal of Shellfish Research**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 807-839, 2017. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-shellfish-research/volume-36/issue-3/035.036.0330/On-Types-of-Sexual-Maturity-in-Brachyurans-with-Special-Reference/10.2983/035.036.0330.short>. Acesso em: 5 jun. 2023.

WENNER, A. M.; FUSARO, C.; OATE, A. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. **Canadian Journal of Zoology**, [s. l.], v. 52, n. 9, 1095-1106, Sept. 1974. DOI 10.1139/z74-147. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/z74-147>. Acesso em: 5 jun. 2023.

WOLCOTT, D. L.; O'CONNOR, N. J. Herbivory in crabs: adaptations and ecological considerations. **American Zoologist**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 370–381, 1992. DOI 10.1093/icb/32.3.370. Disponível em: <https://academic.oup.com/icb/article/32/3/370/1992261>. Acesso em: 22 set. 2022.

WOLCOTT, T. G. Ecology. *In*: BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R (ed.). **Biology of the land crabs**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1988. cap. 3.

ZENNI, R. D. *et al.* Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil. *In*: DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R., ORSI, M. L. (org.). **Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2024. cap. 2.