



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

LUCIANA DO NASCIMENTO MENDES

VARIABILIDADE DO CICLO DE VIDA
E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E ABUNDÂNCIA
DO CARANGUEJO
Cardisoma guanhumi (LATREILLE, 1828), NO BRASIL

FORTALEZA

2017

LUCIANA DO NASCIMENTO MENDES

**VARIABILIDADE DO CICLO DE VIDA
E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E ABUNDÂNCIA
DO CARANGUEJO**

Cardisoma guanhumi (LATREILLE, 1828), NO BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: utilização e manejo de ecossistemas marinhos e estuarinos.

Orientador: Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo

FORTALEZA

2017

M491v Mendes, Luciana do Nascimento.

VARIABILIDADE DO CICLO DE VIDA E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E ABUNDÂNCIA DO CARANGUEJO *Cardisoma guanhumi* (LATREILLE, 1828), NO BRASIL / Luciana do Nascimento Mendes. – 2017.

86 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo.

1. *Cardisoma guanhumi*. 2. *guaiamum*. 3. *tocas*. 4. abundância densidade. 5. densidade. I. Título.

CDD 551.46

LUCIANA DO NASCIMENTO MENDES

VARIABILIDADE DO CICLO DE VIDA E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E ABUNDÂNCIA DO CARANGUEJO, *Cardisoma guanhumi* (LATREILLE, 1828), NO BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: utilização e manejo de ecossistemas marinhos e estuarinos.

Aprovada em 20/03/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Manuel A. de Andrade Furtado Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Helena Matthews-Cascón
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Tatiane Martins Garcia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Wilson Franklin Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Este trabalho é dedicado àqueles que vivem da lama do mangue, também chamados “catadores”, “caranguejeiros” ou mesmo “povos da lama”, que se embrenham em meio aos galhos do atoleiro para a captura do caranguejo-uçá e do guaiamum. Que os resultados possam contribuir para a melhoria do trabalho das pessoas ora mencionadas, assim como para o equilíbrio dos manguezais.

Minha homenagem aos grandes mestres com quem muito aprendi sobre crustáceos, fossem eles caranguejos, camarões ou lagostas: Prof. PhD Masayoshi Ogawa (UFC), Prof. PhD Fernando Araújo Abrunhosa (UFPA), Prof. Dr. Petrônio Alves Coelho (UFPE, *in memoriam*) e meu orientador, Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo (Labomar/UFC), com quem continuo aprendendo sobre a beleza de estudar os crustáceos. E, uma homenagem especial ao meu amigo Donaldson Matias Nogueira (*In memoriam*), que no passado me apresentou aos guaiamuns, no final de seu projeto de pesquisa sobre processamento de pescado, e me despertou a paixão em trabalhar com esses animais.

AGRADECIMENTOS

Ao meu criador, Deus, Todo Poderoso, pela proteção que me deste ao longo de toda a minha vida acadêmica, e também por ter criado os manguezais – onde se localiza a maioria dos organismos aquáticos que conhecemos –, os guaiamuns – objeto da presente tese – e por ter-me envolvido na pesquisa com estes animais.

Aos meus pais, Francisco e Marluce, e ao meu irmão, Alexandre, que sempre me ouviram falar em peixes, em pescadores e, principalmente, em caranguejos e guaiamuns. Renovo votos de estima à minha amada família, que me acompanhou de perto no passado e que sempre me apoiou, tanto em contato com os catadores quanto nas atividades em laboratório.

Àquele que mora em meu coração e que sempre me incentivou e me encorajou nos estudos: meu marido José Ricardo Cardoso da Silva. Agradeço-lhe pelo amor, pelo carinho, pela amizade, pela parceria e pela cumplicidade em muitos momentos de minha vida, especialmente na área acadêmica. Obrigado pela participação direta nesta pesquisa, através da elaboração de mapas da área estudada, e agradeço também a nossa filhinha Beatriz que, mesmo antes de nascer, já me dava muita força e coragem, e chegou em minha vida em momento tão oportuno. Amo vocês.

Ao meu orientador, Professor Doutor Raúl Cruz Izquierdo, por toda a orientação acadêmica, pela amizade, pela dedicação, pela paciência e pelo apoio profissional ao longo da realização desse trabalho.

Aos Técnicos em Recursos Pesqueiros do IFRN – *Campus Macau*, os quais foram meus bolsistas no projeto de extensão, atuando diretamente na pesquisa de campo e laboratorial: Edson Souza, Caroline Vieira, Odilon Martins Netto e Ivyna Paula Lins. Deixo aqui registrada minha estima por vocês, que adentraram no manguezal em busca dos animais, juntamente com os catadores. Não posso deixar de mencionar, igualmente, os Técnicos em Química do IFRN – *Campus Macau*, Adjael Costa e Wanderson Silva, pelas análises físico-químicas da água em campo e em laboratório, essenciais para a elaboração deste estudo.

Ao Sr. Manoel Barbosa, catador de caranguejo-uçá e de guaiamum, que nos acompanhou em todas as idas a campo, embrenhando-se no meio do

manguezal. Sua participação foi fundamental, principalmente por ter-me ensinado sobre a atividade de captura de caranguejos.

Aos alunos do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros do IFRN – *Campus* Macau, Itajone, Joaquina, Gleydiane, Magna e Sandra, pela participação na etapa da pesquisa laboratorial, e ao aluno Francisco França pela participação na etapa de atividades de campo.

Aos técnicos de Laboratório do IFRN – *Campus* Macau, Alanna Amaral, Virgínia, Leandro, Telma, Sara e Alenna, pelo apoio técnico em todas as atividades desse trabalho.

À Pesquisadora Permanente do Laboratório de Plâncton– Labomar/UFC, Dra. Tatiane Martins Garcia, pelas orientações e contribuições durante as análises microscópicas das larvas de guaiamum.

À professora Dra. Helena Matthews-Cascón, coordenadora do LIMCE – Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará, e ao professor Felipe Monteiro (IFCE), pelas contribuições nas imagens micrográficas das larvas de guaiamum.

Às amigas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Cristiane, Graciene, Clarissa e Elaine, pelo carinho, pela troca de informações e pelos momentos de descontração para finalizarmos nosso curso de Doutorado.

Aos amigos professores do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros do IFRN – *Campus* Macau, Marcus Macedo e Alberto Motta, pelo apoio moral e fraterno e pelas trocas de ideias ao longo do meu curso de Doutorado.

A todos os demais amigos e colegas que me apoiaram direta ou indiretamente na realização desse trabalho.

Por derradeiro, agradeço a você que está lendo esse trabalho. Que ele possa contribuir ricamente com sua vida acadêmica e profissional.

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine”.

RESUMO

O estudo analisa a densidade média e a abundância do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em uma região estuarina, localizada no Município de Macau/RN, no Nordeste do Brasil. A área de estudo foi dividida em Região Norte, Central e Sul. Em 16 meses de amostragem (abril/2014 a julho/2015), foram observados um total de 529 refúgios naturais ou tocas, sendo 71,7% (379) tocas abertas, 22,1% (117) tocas fechadas e 6,2% (33), tocas que foram escavadas por catadores. Os diâmetros das tocas abertas variaram de 12 a 174 mm, com um valor médio de $62,05 \pm 3,012$ mm. A densidade de tocas abertas (Dta) e de tocas fechadas (Dtf) foi observada, apresentando tendências negativas, sendo muito variável a densidade média dos caranguejos em cada região. O índice de abundância (IA) foi estimado contando as tocas em 30 quadrantes fixos de 2m^2 , sendo o $IA = n^{\circ} \text{ tocas}/\text{m}^2$, sendo o maior IA e a maior atividade da espécie (tocas abertas) verificada entre abril e janeiro. O IA das tocas fechadas foi menor durante todo o período, provavelmente indicando um contínuo processo de ecdises durante o ano. A tendência negativa da abundância está provavelmente associada à sinergia entre o período chuvoso e as ações antropogênicas (atividades pesqueiras). O ciclo de vida do *C. guanhumi* apresentou ovos fecundados com um valor médio de 0,40 mm de diâmetro. A eclosão das larvas zoeae ocorreu a cada 5 dias, passando por 5 instars larvais (Zoea₁₋₅) e, nos 40 dias posteriores ao nascimento, metamorfosearam-se em larva megalopa. Posteriormente, em torno de 7,5 dias, a larva megalopa se transformou em 1^o instar juvenil (J₁) e, nos 47,5 dias depois do nascimento, permaneceu em águas rasas durante 222,5 dias. O 13^o instar juvenil (J₁₃) foi alcançado à idade de 270 dias (nove meses), realizando mudas sucessivas até a fase adulta. Estimou-se que o *C. guanhumi* alcança a maturidade sexual aproximadamente aos 3 anos de idade. A idade e os parâmetros de crescimento para ambos os sexos do *C. guanhumi* foram determinados a partir do modelo de Von Bertalanffy. A curva de crescimento mostrou um valor alto de K (0,37), indicando uma velocidade de crescimento relativamente elevada até os 6 anos de idade, diminuindo ao longo dos anos, porém com uma alta longevidade ($LC_{\infty} = 123$ mm), alcançando idade máxima aproximada entre 15 e 20 anos.

Palavras-chave: *Cardisoma guanhumi*, guaiamum, tocas, abundância, densidade.

ABSTRACT

The current study analyzes the average density and abundance of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828, in an estuarine region located in the county of Macau/RN, in Northeast Brazil. The study area was divided into North, Central and South regions. A total of 529 natural dens or burrows were observed in 16 months of sampling (April/ 2014 to July/2015), of which 71,7% were open and 22,1% were closed and 6,2% were cached by fisheries. The diameters of the open burrows ranged from 12 to 174 mm with an average value of 62.05 ± 3.012 mm. The density of open burrows (Dob) and closed burrows (Dcb) was observed, presenting negative tendencies. The average density of the crabs was very variable in each region. The abundance index (AI) was estimated by counting the burrows in 30 fixed quadrants of 2m², with $AI = \text{number of burrows/m}^2$, being the highest AI and highest activity of the species (open burrows) verified between April and January. The closed hole abundance index was lower throughout the period, probably indicating a continuous process of ecdyses during the year. The negative trend of abundance is probably associated with the synergy between the rainy season and anthropogenic actions (fishing activities). The life cycle of *C. guanhumi* presented fertilized eggs with an average value of 0.40 mm in diameter. The hatching of the zoeae larva occurred every 5 days, passing through 5 larval *instars* (*Zoea*₁₋₅), and in the 40 days after birth metamorphosed into megalopa. Around 7.5 days later, the megalopa became juvenile *instar* (*J*₁), and in 47.5 days after birth remained in shallow water for 222.5 days. The 13th juvenile *instar* (*J*₁₃) was reached at the age of 270 days (nine months), performing successive changes until adulthood. It was estimated that *C. guanhumi* reached sexual maturity at approximately 3 years of age. The age and growth parameters for both genders of *C. guanhumi* were determined from the Von Bertalanffy model. The growth curve showed a high value of K (0.37), indicating a relatively high growth rate until 6 years of age, decreasing over the years, but with a high longevity ($LC_{\infty} = 123$ mm), reaching maximum age between 15 and 20 years.

Keywords: *Cardisoma guanhumi*, guaiamum, burrows, abundance, density.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** Mapa mostrando a Península de Imburana, delimitada pelo Rio Piranhas-Açu (leste-E) e pelas salinas (oeste-W). 29
- Figura 2** Mapa ampliado da área da Península de Imburana (a partir da figura 1), mostrando os pontos de amostragem, enumerados de 1 a 30, distribuídos espacialmente de Sul a Norte, compreendendo uma área muito densa de vegetação, onde se encontra uma elevada diversidade de *habitats* do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. 32
- Figura 3** Esquema mostrando a posição das tocas em uma unidade de amostragem. O quadrante (2 m^2) é delimitado por uma corda de fibra sintética. Observam-se as tocas de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. 34
- Figura 4** Medição da entrada de uma toca ativa do caranguejo guaiamum *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. A linha vermelha mostra a largura da toca e o paquímetro utilizado nas medições. 34
- Figura 5** Esquema do desenvolvimento larval do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em condições de laboratório. 37
- Figura 6** Frequência relativa do diâmetro das tocas e largura da carapaça do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. 44
- Figura 7** Frequência relativa da largura da carapaça do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. Figura superior modificada de Silva *et al.* (2014). Figura inferior com dados do presente estudo. 45
- Figura 8** Tocas de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, abertas

(esquerda) e fechadas, assinaladas com um círculo vermelho (direita). Observa-se que esta espécie forma o “castelo” jogando a argila para trás da abertura.

48

Figura 9 Variação da densidade do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. A linha representa a tendência dos valores calculados. Período: abril/2014 a julho/2015.

50

Figura 10 Mapa da área de estudo, mostrando a distribuição dos quadrantes de amostragem (1 a 30) e as densidades médias (\pm intervalo de confiança de 95%) dos caranguejos nas tocas nas Regiões Norte (amarela), Central (preta) e Sul (azul-clara) na Península de Imburana ($5^{\circ} 7' 56''$ e $5^{\circ} 8' 8''$ de latitude S, e $36^{\circ} 43' 48''$ e $36^{\circ} 43' 52''$ de longitude W). As linhas vermelhas contínuas representam as linhas divisórias entre regiões. As letras iguais denotam diferenças não significativas.

52

Figura 11 Relação entre a pluviosidade e a densidade do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, nas tocas fechadas. Observa-se a máxima defasagem (dois meses) obtida através da correlação cruzada para 95% de probabilidade. Período: abril/2014 a julho/2015.

53

Figura 12 A a D: Desenvolvimento embrionário do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, ao longo do período de incubação, sendo **a**: membrana de revestimento do cório; **b**: desenvolvimento da área blastoral; **c**: interiorização dos blastômeros para iniciar a fase da gastrulação; **d**: cromatóforos; **e**: grânulos intestinais; **f**: coração; **g**: espinho dorsal; **h**: espinho rostral; **i**: olho composto da larva zoea; **Vit**: vitelo. Imagem capturada com uso das lentes de 10 e 40 x de aumento. (E= 12,2 μ m e 1,25 μ m, respectivamente).

57

Figura 13 Completo desenvolvimento larval, desde zoea₁ (com seus *instars* correspondentes, Z₂ a Z₅), metamorfoseando para a megalopa (M), e

fechando o ciclo no estágio juvenil (J), onde **a**: maxilípedes (apêndices bucais); **b**: telson; **c**: formação dos pleópodos; **d**: olhos tornando-se pendunculados; **e**: regressão do espinho rostral, lateral e dorsal. Carapaça assemelhando-se a um caranguejo; **f**: abdômen segmentado, apresentando pleópodos na parte interna; **g**: pereiopódos bem definidos. (E=12,2 µm e 4,9 µm, respectivamente). 61

- Figura 14** Sequência do desenvolvimento de juvenis do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, do 9º ao 13º *instar* juvenil. 64
- Figura 15** Relação entre a largura da carapaça (LC) e a idade (dias), a partir da eclosão da larva do ovo (Ov), e as diferentes fases do ciclo de vida do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828 em cativeiro (Z₁, Z₂, Z₃, Z₄ e Z₅—*instars* zoeae; M – larva megalopa; e J₁ até J₁₃—*instars* juvenis). Observa-se a tendência dos valores da idade (linha descontínua). 65
- Figura 16** Relação entre o período de intermuda (PI) e a largura da carapaça (LC) do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em cativeiro. 66
- Figura 17** Relação entre a largura da carapaça (LC) e o período de intermuda (PI) do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em cativeiro. 67
- Figura 18** Curva de crescimento baseada na largura da carapaça por idade para o caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. 69
- Figura 19** Esquema do ciclo de vida do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, no Nordeste do Brasil. 72

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** Divisão dos quadrantes da área de estudo, marcados através de aparelho GPS, correspondentes a cada área de amostragem *in loco*.
Q = quadrante 31
- Quadro 2** Diâmetro e comprimento dos ovos e das larvas zoeae de *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, bem como os valores dos intervalos de confiança (de 95%). 58
- Quadro 3** Valores de larguras médias das carapaças de juvenis de *Cardisoma guanhumi*. Latreille, 1828. 63
- Quadro 4** Estimativas da largura da carapaça (LC) a partir do período de intermudas (PI) por anos. Espécie *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. 67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Descrições da área de estudo	27
3.2	Metodologias de amostragem	29
3.3	Estimativas de densidade e abundância do estoque	34
3.4	Condições experimentais – estudo de crescimento	35
3.4.1	Reprodução	37
3.4.2	Desenvolvimento dos ovos	37
3.4.3	Desenvolvimento das larvas	38
3.4.4	Desenvolvimento dos juvenis	39
3.5	Idade e parâmetros de crescimento	40
3.6	Análises do padrão de chuvas	41
3.7	Análises estatísticas	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	Características gerais da população	44
4.2	Comportamento dos caranguejos nas tocas	46
4.3	Diâmetros e formas da abertura das tocas	49
4.4	Distribuição espacial e variabilidade da densidade	49
4.5	Relação da densidade com o período chuvoso	53
4.6	Estimativa de abundância	54

4.7	Descrição morfológica do ovo, da larva e do juvenil	55
4.8	Idade e crescimento	64
4.9	Descrição do ciclo de vida	70
5	CONCLUSÕES	73
	RECOMENDAÇÕES	75
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

Os caranguejos terrestres do gênero *Cardisoma* – família *Gecarcinidae* – são um importante elemento da fauna de muitas áreas estuarinas e costeiras tropicais (GIFFORD, 1962). Em relação à importância ecológica do *Cardisoma guanhumi*, assim como outras espécies de caranguejos, o *C. guanhumi* é ecologicamente importante nos manguezais pelo fato de promover o fluxo de matéria orgânica entre o solo e as redes tróficas, arejando o solo por sua atividade de escavação (YALDWIN; WODZICKI, 1979), permitindo a ciclagem de nutrientes em ambiente totalmente terrestre (longe de áreas alagadas).

O guaiamum possui um papel fundamental na cadeia alimentar e na reciclagem de nutrientes por se alimentar de folhas, sementes e muitas vezes material em decomposição e servindo de alimento para outros animais como o guaxinim, além de constituir uma importante fonte de proteína e renda para as comunidades. (Takahashi, 2008, p.6).

Quanto às espécies do gênero *Cardisoma*, existem 6 (seis) catalogadas, incluindo o *C. guanhumi*. O *C. armatum*, Herklots, 1851, ocorre na África Ocidental, de Senegal até Angola. O *C. carnifex*, Herbst, 1794, por sua vez, ocorre no Mar Vermelho, especialmente no Indo-Pacífico tropical e no oeste da África Oriental, e *C. crassum*, Smith, 1870, ocorre na costa ocidental da América, a partir do Golfo da Califórnia até chegar ao Peru (BURGGREN; MCMAHON, 2009). O *C. hirtipes*, Dana, 1851, é encontrado no Indo Pacífico, mais precisamente na região compreendida entre a Baía de Bengala até o Hawaii, incluindo as ilhas do Sul do Japão e as Ilhas Christmas, no Oceano Índico (TURKAY, 1974, TURKAY; SAKAI, 1976). A ocorrência da espécie *C. longipes* (A. Milne Edwards) restringe-se às ilhas do Sul do Pacífico Oeste, do leste de Nova Caledônia ao Arquipélago de Paumotu (BURGGREN; MCMAHON, 2009).

O guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, é um animal gregário que habita principalmente os manguezais, construindo galerias perto do mar, sempre onde a água pode ser alcançada. É encontrado nas áreas de apicum, em locais com elevada salinidade e solo mais arenoso, ou em locais de sombra, debaixo de troncos de árvores, pedras ou outros abrigos que dificultem a entrada de predadores em suas tocas.

O *Cardisoma guanhumi* ocorre com maior intensidade em áreas de menor inundação e em regiões de elevada microtopografia – denominados manguezais altos ou em barranco –, que ocorrem na transição com o ambiente de restinga ou de Mata Atlântica, podendo ter alguma influência de água doce (PINHEIRO *et al.*, 2016).

Referido artrópode é conhecido vulgarmente pelos nomes de “guaiamum”, “guaiamú”, “goiamum”, “caranguejo azul” e “caranguejo do mato” (MELO, 1996).

Comumente, esta espécie tem hábito noturno, ocorrendo do Estado do Ceará até o Estado de São Paulo (MELO, 1996). É uma espécie altamente adaptada à vida terrestre, encontrada em áreas estuarinas ao longo de regiões tropicais e subtropicais da costa atlântica do Novo Mundo, estando presente no espaço territorial compreendido entre o Estado da Flórida (EUA) e o Estado de Santa Catarina, na Região Sul do Brasil (VÁZQUEZ-LÓPEZ *et al.*, 2014).

Outros relatos de sua ocorrência no Estado de Santa Catarina também foram citados por Branco, 1991 e Conholato; Sterza; Fernandes, 2012, além de Oliveira-Neto *et al.*, 2014, que citaram ser um animal abundantemente encontrado na Baía da Babitonga, Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil.

No entanto, há relatos de ocorrência deste crustáceo também na Ilha de Maracá – no Estado do Amapá –, quando, em fevereiro de 1996, um espécime macho foi coletado e 10 (dez) anos depois, outro espécime foi coletado no estuário do Rio Caeté. Poucas tocas de *C. guanhumi* foram observadas na Ilha de Maracá ou no Rio Caeté, indicando uma baixadensidade populacional da espécie em ambos os locais (LIMA *et al.*, 2009).

O *Cardisoma guanhumi* constitui uma importante fonte de alimento em diferentes países, sendo uma das populações mais exploradas no Caribe e no Brasil (CARMONA-SUÁREZ, 2011). No Brasil, o guaiamum, *C. guanhumi* é uma espécie de relevância econômica em toda sua faixa de ocorrência, assim como o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, Linnaeus, 1763, que ocorre praticamente em todo litoral brasileiro, sendo mais forte sua ocorrência no Delta do Parnaíba, no estuário dos rios Timonha e Ubatuba (divisa dos estados do CE e PI), região norte do Nordeste brasileiro.

Espécimes de *Cardisoma guanhumi* são comercializados ao longo de toda a Região Nordeste do Brasil, donde emerge a importância de novos estudos relacionados à sua abundância e captura. O *C. guanhumi* é o maior braquiúro de

áreas de manguezal/restinga do Brasil. Por este motivo, trata-se de espécie economicamente importante, sendo frequentemente capturada por pescadores artesanais (ICMBio, 2016).

Nas regiões onde não há consumo local, os catadores de guaiamuns são, muitas vezes, estimulados a coletar os crustáceos para enviá-los a outras cidades de intenso consumo, como, por exemplo, Recife/PE (SHINOZAKI-MENDES, 2008). O maior esforço de pesca para a captura de caranguejo, seja o uçá ou o guaiamum, concentra-se na faixa litorânea contínua que vai do Estado de Pernambuco ao Estado da Bahia – Região Nordeste do Brasil.

No Caribe, mais precisamente em Porto Rico, o *C. guanhumi* é o foco de uma importante pesca artesanal. Os dados sobre desembarques do caranguejo de terra apontam para um declínio dramático em sua abundância (RODRIGUEZ-FOURQUET; SABAT, 2009).

Trabalhos relacionados à alometria do *C. guanhumi* às margens do Rio Jaguaribe (Ceará, Brasil) foram realizados por Shinozaki-Mendes *et al.* (2008b). Amaral e Jablonsky (2005) verificaram uma contínua diminuição dos estoques e uma redução do tamanho dos espécimes, como dos caranguejos de mangue (*C. guanhumi* e *Ucides cordatus*). Um dos principais fatores para esse declínio está relacionado à sobre-exploração, bem como a alterações no *habitat* dos animais.

Em Macau/RN, durante o período de defeso dos animais, tanto a população local quanto os catadores vêm contribuindo para a diminuição do estoque natural de caranguejo-uçá e guaiamum. Muitos catadores ainda utilizam a “redinha”, aparelho de pesca artesanal muito predatório. Sabe-se que a atividade de captura de caranguejo-uçá e de guaiamum no Município de Macau/RN, assim como em todo o Estado do Rio Grande do Norte, não é expressiva. Há relatos de catadores vindos de outros Estados do Nordeste para capturarem esses animais em Macau/RN. Referida prática, como se presume, acaba por desfalcar a economia do referido Município, deixando uma lacuna econômica para o setor pesqueiro local.

Outro problema é a falta de dados estatísticos sobre a captura do guaiamum, *C. guanhumi*, no Rio Grande do Norte, assim como na Região Nordeste do Brasil de forma geral (ICMBio, 2016). Por isso, novas pesquisas relacionadas à abundância e à densidade média do guaiamum, *C. guanhumi*, à sua importância ecológica em manguezais brasileiros, ao seu desenvolvimento ontogenético e ao completo desenvolvimento larval deverão ser realizadas e complementadas, de

modo aum melhor conhecimento desta espécie e a sua adequada preservação, impedindo que desapareçam da natureza.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo geral de determinar a variabilidade das fases do ciclo de vida do caranguejo guaiamum, *C. guanhum*, Latreille, 1828, assim como a variação temporal e espacial da densidade da espécie, verificando sua possível correlação com as chuvas. Como objetivos específicos, a pesquisa destina-se a:

- Caracterizar os refúgios naturais ou as “tocas” dos caranguejos;
- Determinar a distribuição espacial das “tocas”;
- Avaliar a variação temporal e espacial da densidade dos caranguejos e sua relação com o período chuvoso;
- Estimar a abundância da população;
- Caracterizar as diferentes fases do ciclo de vida da espécie, tendo em conta as características morfométricas dos ovos, das larvas, das espécies juvenis e das adultas;
- Determinar a idade e os parâmetros de crescimento da espécie.

2 REVISÃO DA LITERATURA

No Brasil, informações sobre a reprodução, abundância e situação dos estoques do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, são fragmentadas e muito escassas. Em virtude disso, existe uma lacuna em relação aos dados estatísticos relacionados à captura desses animais em toda sua faixa de ocorrência. O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul – CEPESUL/ICMBio divulgou, em setembro de 2016, uma lista de crustáceos ameaçados de desaparecimento, onde é citado o nome do guaiamum como espécie com alto risco de extinção (ICMBIO, 2016).

No I Fórum de Ordenamento da Captura do Guaiamum, ocorrido em agosto de 2005 no Município de Tamandaré/PE, foram apresentados dados de pesquisa de campo e de laboratório por técnicos do IBAMA, o que possibilitou a criação da Instrução Normativa – IN IBAMA Nº 90/2006, ainda em vigor, que protege o período de reprodução do guaiamum no Nordeste brasileiro (IBAMA, 2017).

Referida legislação, em seu art. 1º, resolve “*proibir a captura, a manutenção em cativeiro, o transporte, o beneficiamento, a industrialização, o armazenamento e a comercialização de fêmeas da espécie Cardisoma guanhumi, conhecido popularmente por guaiamum, goiamú, caranguejo-azul, caranguejo-domato, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia*”. Além disso, em seu artigo 2º, a IN IBAMA Nº 90/2006 estabelece o período de defeso experimental durante o evento conhecido como “andada”, durante os meses de dezembro a março de cada ano.

É sabido, todavia, que há catadores que desrespeitam as leis vigentes, sendo necessária uma maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais – tanto federais quanto estaduais e municipais –, e também ações socioeducativas perante as comunidades pesqueiras. Além disto, é igualmente recomendável a revisão da Instrução Normativa supracitada, como forma de melhor efetivar a manutenção do estoque natural do guaiamum e de assegurar o uso adequado dos aparelhos de pesca para captura desse recurso pesqueiro.

Em relação ao completo desenvolvimento larval do guaiamum, *C. guanhumi*, até a fase 1º juvenil, uma importante contribuição foi publicada por Costlow Jr. e Bookhout (1968a), os quais descreveram apenas 5 *instars* larvais para o referido espécime. Em comparação, temos que o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*

segundo informam Rodriguez e Hebling (1989), apresenta 6 *instars* antecedendo a megalopa, muito embora seu desenvolvimento larval ser semelhante ao do *C. guanhumí*.

A larva pelágica está sujeita a numerosas variáveis ecológicas em ambiente marinho e estuarino (COSTLOW JR; BOOKHOUT, 1968). O modelo de desenvolvimento para os decápodes com desenvolvimento indireto – mais aceito atualmente pela maioria dos autores – inclui um período embrionário (dentro de um ovo), um período larvar e um período adulto (reprodutivo ou não), separado por apenas uma metamorfose (FERNANDES; BONECKER, 2006). Ensaios sobre a reprodução e o completo desenvolvimento larval de *C. guanhumí* até o 11^o *instar* juvenil obtiveram as melhores sobrevivências e um maior crescimento para larvas nas salinidades entre 20 e 25 (ABRUNHOSA *et al.*, 2000).

Em relação à ocorrência de fêmeas ovígeras e ao completo desenvolvimento larval, para o *Cardisoma carnifex*, Foale (1999) citou que fêmeas foram coletadas 7 (sete) dias imediatamente após a lua cheia, tendo a liberação larval começado 4 (quatro) dias antes da próxima lua cheia. A influência da salinidade, todavia, não foi abordada pelo autor. Para o *C. guanhumí* da Flórida, as larvas completaram seu desenvolvimento larval em 35 de salinidade (COSTLOW JR; BOOKHOUT, 1968a). Para o *C. armatum*, foram realizados experimentos de tolerância à salinidade em frascos de vidro de 30 mL com larvas individuais, sendo 50 por tratamento, em água potável (com salinidade inferior a 0,2) e nas salinidades de 1, 5, 15, 25, 35 e 45 (CUESTA; ANGER, 2005).

Devido a variações na taxa de crescimento dos indivíduos de uma classe etária, existe uma faixa de tamanhos em que os indivíduos atingem a maturidade nos diferentes ciclos de reprodução (FONTELES-FILHO, 1989). Fêmeas de guaiamum capturadas na Baía de Sepetiba/RJ atingem a 1^a (primeira) maturação sexual com largura média da carapaça de 53 mm (SILVA, 1998).

Espécimes de *Cardisoma guanhumí* coletados na Baía de Sepetiba foram mensurados, tomando-se os dados morfométricos com auxílio de um paquímetro (0,1 mm de precisão): comprimento total (CT), da margem anterior da frente até a posterior da carapaça; largura total (LT), no nível da inserção do primeiro pereiópodo, na sua maior dimensão (SILVA; OSHIRO, 2002). Em relação à largura da carapaça (LC) de *C. guanhumí* na Praia da Fazenda, em Ubatuba/SP, sabe-se que variou de 21,17 a 93,66 mm para machos e 38,70 a 91,85 mm para fêmeas

(GIL, 2010). No referente à captura, entretanto, são encontrados animais inferiores aos valores mencionados estipulados nas portarias ou instruções normativas dos órgãos ambientais, sendo comercializados, principalmente, nos Estados do Nordeste brasileiro.

Para a classificação dos estádios gonadais do guaiamum, tem-se utilizado a classificação de desenvolvimento gonadal do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. Os primeiros estudos da reprodução de *U. cordatus* apresentaram ovários em 5 (cinco) estádios de maturação e os testículos em 3 (três) estádios, e estudos posteriores classificaram os ovários em apenas 4 (quatro) estádios maturativos (ALVES, 1975; NAKAMURA, 1979). Com base nas observações feitas para o *U. cordatus*, Silva (1998) determinou os estádios de desenvolvimento gonadal para o guaiamum, *C. guanhumi*, e Mendes (2004) complementou para animais capturados nos manguezais do Nordeste brasileiro, citando o período pré-reprodutivo, reprodutivo e o pós-reprodutivo, ao considerar ovários em maturação, maduros e desovados.

Fêmeas de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, apresentaram ovários maduros (M) entre os meses de setembro e fevereiro, sendo a maior incidência nos meses de dezembro, indicando ser esse o período de reprodução da espécie para Estados do Nordeste do Brasil. Posteriormente, foi relatada a ocorrência de ovários maduros em fêmeas coletadas na Baía de Sepetiba/RJ, no período de fevereiro a março, indicando ser esse o período de reprodução para fêmeas daquela região (MENDES, 2004; SILVA, 1998).

A análise e comparação das matrizes de dispersão para os estágios de maturação e sexo indicam que machos e fêmeas de *C. guanhumi* atingem a maturidade sexual entre 43,80 mm e 48,71 mm e 37,61 mm e 51,92 mm de largura da carapaça (LC), respectivamente (GIL, 2009). Animais capturados com tamanhos inferiores aos de 1ª (primeira) maturação sexual poderão reduzir drasticamente as populações de *C. guanhumi* nos manguezais brasileiros, em toda sua faixa de ocorrência, fato que já vem sendo observado.

Branco e Masunari (2000) estudaram a ecologia reprodutiva do siri *Callinectes danae* na Lagoa da Conceição em Santa Catarina e estimaram o tamanho da primeira maturação gonadal da referida espécie em 94 mm de largura da carapaça para machos e 84 mm para fêmeas. Para o *C. danae* e o *C. ornatos*, Keunecke *et al.*, (2008) citaram a importância do estudo do crescimento, pois a

obtenção correta dos parâmetros biológicos do modelo de crescimento de Von Bertalanffy pode fornecer, *a posteriori*, estimativas da taxa de mortalidade.

Embora muitas espécies de caranguejos não possam construir suas próprias tocas, a maioria, no entanto, encontra-se associada a estas estruturas. Funções das tocas amplamente citadas incluem centros para cópula e defesa dos territórios e de outros comportamentos (WARREN, 1990). Cada indivíduo de *Uca tangeri* ocupa a sua própria toca (WOLFRATH, 1992). Exceções ocorrem quando 2 (dois) ou mais caranguejos ocupam a mesma toca por um curto período de tempo – geralmente ao procurarem refúgio. A probabilidade de um caranguejo sobreviver sem uma toca até mesmo em um único período de submersão de maré seria muito pequeno (WARREN, 1990). O *Cardisoma guanhumi* vive em tocas e exibe um forte comportamento de sítio-fidelidade, no qual raramente constrói ou ocupa novas tocas (FORSEE; ALBRECHT, 2012). As tocas de *C. guanhumi* são ocupadas por apenas um caranguejo (TAISSOUN, 1974). Comparando as espécies *C. guanhumi* e *Ucides cordatus*, verifica-se que esta apresenta comportamento territorialista, visto que cada exemplar penetra sempre em sua galeria e raramente entra em outra e, quando isso ocorre, o invasor é imediatamente expulso (BRANCO, 1993; DINIZ, 2006).

Ocorrência de *Cardisoma guanhumi* foi registrada na Caverna da Pedra Branca, no Município de Maruim, a 28km de Aracaju/SE. É necessário um estudo mais aprofundado desses animais para melhor entender sua dinâmica populacional e o que os levou a habitar um ambiente tão inóspito (DONATO *et al.*, 2007), uma vez que esses não são locais comuns para desenvolvimento do *C. guanhumi*.

Para os estudos de idade e crescimento em crustáceos, a determinação da idade oferece sérias dificuldades em razão da inexistência de estruturas duras permanentes que registrem marcas indicadoras do crescimento (PETRIELLA; BOSCHI, 1997).

Silva, Schwamborn e Lins-Oliveira (2014) deram uma ótima contribuição relacionada à biologia populacional e aos padrões de coloração da carapaça de *C. guanhumi*, Latreille, 1828, em uma área de manguezal em Natal, Rio Grande do Norte (Brasil). O estudo da biologia populacional de *C. guanhumi* poderá contribuir para práticas de exploração sustentável por parte dos catadores e daqueles que comercializam o animal.

Foram realizados estudos populacionais do *C. guanhumi* quanto à diferenciação entre animais encontrados no Caribe daqueles encontrados

no Brasil. Uma ruptura genética nítida entre populações caribenhas e brasileiras, que parece estar associada com uma fronteira marítima biogeográfica limite para o fluxo gênico, levantou preocupações sobre o estado de conservação do caranguejo-azul terrestre. (AMARAL *et al.*, 2015, p.12).

Estudos recentes sobre a população do *Cardisoma guanhumí* foram realizados por Hernández-Maldonado e Campos (2015), na ilha de San Andrés (Colômbia), onde o *C. guanhumí* não tem grandes predadores, já que não é considerada espécie economicamente importante para a região, permitindo-lhe alcançar maior tamanho em comparação com outros ao longo de sua distribuição geográfica.

Cardisoma guanhumí é capturado em Veracruz e Tabasco; a pesca e comercialização não foram realizadas de forma racional ou tecnicada, o que causou que em áreas onde antes poderíamos encontrar grandes populações, eles desapareceram quase completamente. Por outro lado, podemos encontrar *C. crassum* nas margens do Pacífico mexicano; no entanto, informação sobre esta espécie é quase inexistente. (VÁZQUEZ-LÓPEZ *et al.*, 2014, p.1-2).

Na Colômbia, tem-se realizado estudo para analisar o efeito do desmatamento da borda do mangue da baía El Uno (Golfo de Urabá) sobre a população de caranguejo-azul, *C. guanhumí* (ARROYAVE-RICÓN *et al.*, 2014). Em Porto Rico, menciona-se que o *C. guanhumí* é o foco de uma importante pesca artesanal. Os dados sobre desembarques do caranguejo-de-terra apontam para um declínio dramático em sua abundância (RODRIGUEZ-FOURQUET; SABAT, 2009). Desmatado o manguezal – e principalmente as áreas de apicuns –, as populações de guaiamum também sofrerão diminuição em seus estoques. Mesmo sendo uma espécie considerada onívora, o *C. guanhumí* observará declínio dos animais que compõem sua dieta.

O guaiamum, *Cardisoma guanhumí*, é uma espécie oficialmente inclusa na lista de espécies sobre-explotadas no Brasil, ainda encontrada em abundância no Estado de Santa Catarina, seu limite austral de distribuição. A exploração econômica intensa não é viável, porque a espécie não é abundante e cresce lentamente (OLIVEIRA-NETO *et al.*, 2014).

Em relação aos estoques naturais de guaiamum, *C. guanhumí* foi observada no Brasil uma redução de 88% na produção comercial entre 1994 e 2007

(22 anos). Considerando que as ameaças persistam – captura e alteração e perda de *habitat* – o resultado será uma redução populacional da espécie (ICMBIO, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrições da área de estudo

A área de estudo escolhida foi a Península de Imburana – localizada entre as coordenadas geográficas 5° 7' 56" e 5° 8' 8" de latitude Sul (S), e 36° 43' 48" e 36° 43' 52" de longitude Oeste (W) –, situada entre o estuário formado pelo Rio Piranhas-Açu, com uma área total de 26.700 m², localizada na região salineira de Macau, no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil).

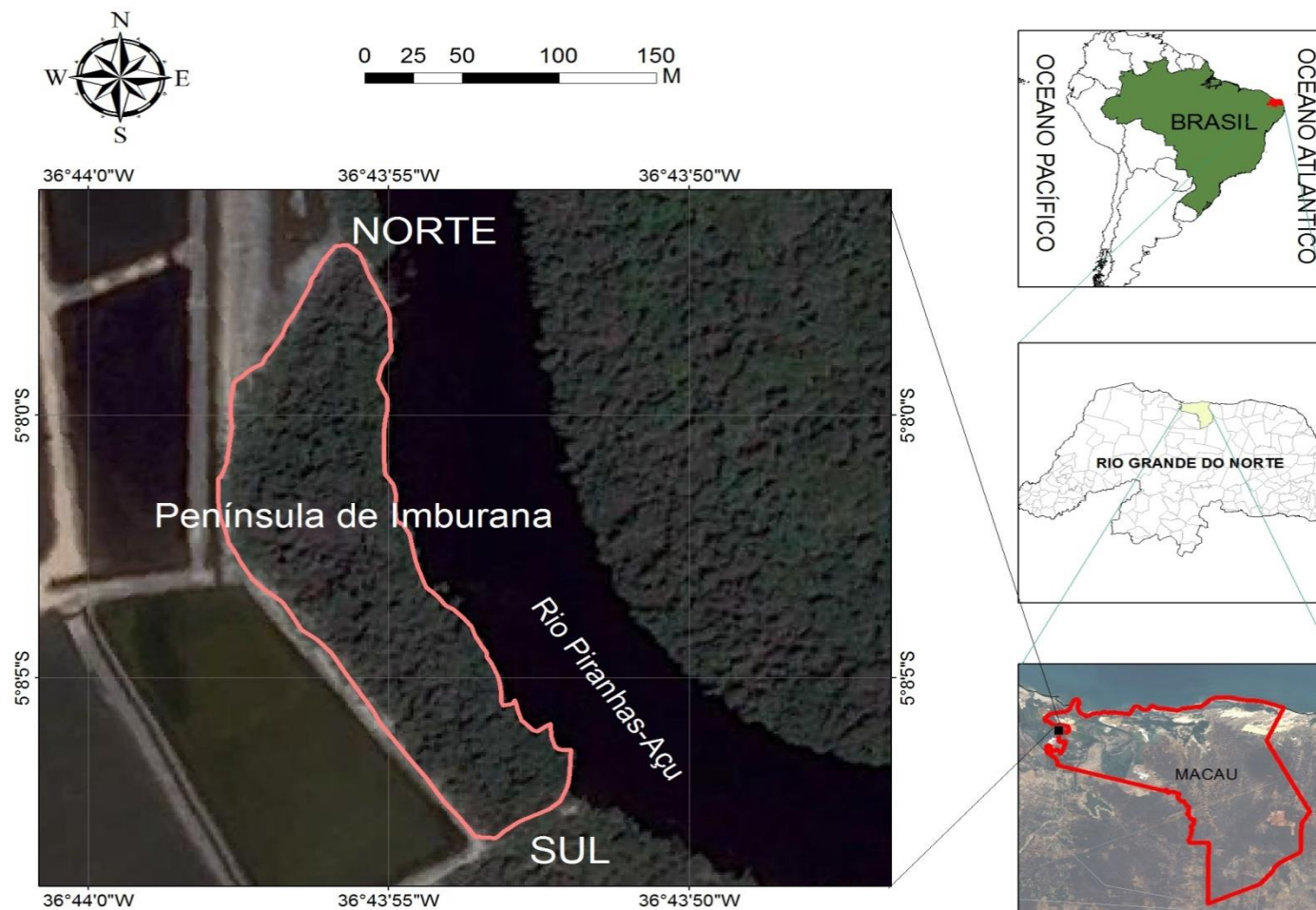
Local de terreno acidentado, com predominância de vegetação de mangue (*Rizoprhora mangue* e *Laguncularia racemosa*), e também outras árvores invasoras não nativas, como a algaroba (*Prosopis juliflora*). Algumas áreas apresentavam difícil acesso devido à declividade do terreno, plantas com espinhos, bem como presença de muitos insetos.

As imagens foram corrigidas geometricamente para aperfeiçoar a precisão dos mapas da área de amostragem, selecionando e localizando quatro posições distribuídas uniformemente sobre a imagem. Coordenadas para cada ponto foram obtidos a partir de mapas topográficos em uma escala de 1: 40.000. Geodetic Datum GWS84 foi obtido a partir do esferóide Clarke 1866 e a projeção cartográfica foi feita usando Lambert conformal projeção cônica. A imagem foi elaborada através do software ArcGis (Figura 1).

O Município de Macau, já é naturalmente localizado em áreas hipersalinas. O incremento na região das empresas de exploração de sal, todavia, fez com que os níveis de salinidade nessa área aumentassem ao longo dos anos. Além disso, possui baixa pluviosidade anual, além de temperaturas elevadas, o que possibilita alta taxa de evaporação da água

Dados climáticos para Macau/RN foram levantados através do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), apontando que, para o Município de Macau, o clima é muito quente e semiárido, com a estação chuvosa atrasando-se para o outono, com período chuvoso de março a abril, com precipitação pluviométrica anual de 515,1 mm. .

Figura 1 – Mapa mostrando a Península de Imburana, delimitada pelo Rio Piranhas-Açu (leste-E) e pelas salinas (oeste-W).



Fonte: elaborada no Centro de Imagens e Informações Geográficas do Exército– CIGEX, com uso do *software* ArcGis.

3.2 Metodologias de amostragem

Foi realizado um total de 32 (trinta e duas) amostragens entre os meses de abril de 2014 até julho de 2015, 2 (duas) vezes a cada mês, em um intervalo aproximado de 15 (quinze) dias. As atividades de campo foram realizadas durante o dia, preferencialmente no turno da manhã e nas horas mais frias, período em que a radiação solar é mais baixa. Além disso, durante o dia, a probabilidade de os caranguejos estarem refugiados em suas tocas era maior, uma vez que a espécie tem hábito alimentar noturno.

Para determinar a distribuição espacial das tocas, a região de estudo foi dividida em 30 (trinta) quadrantes limitados por uma área de 2m² (1 m x 2 m) e distribuídos por toda a Península de Imburana, de Sul a Norte. A escolha e localização dos quadrantes foi efetuada levando-se em consideração o isolamento do lugar, a força laboral e os custos para fazer as amostragens. A área foi selecionada com a ajuda de um pescador de caranguejo (catador) com vasta experiência na zona de estudo.

A área de amostragem foi dividida em 3 (três) regiões, tendo em conta a agrupação espacial dos pontos, sendo a Região Sul (quadrantes de 1 a 15), Central (quadrantes 16 a 21) e Norte (quadrantes 22 a 30), onde foram calculadas as densidades médias das tocas em suas áreas específicas, sendo cada quadrante localizado por sua latitude e longitude (Quadro 1), e cada ponto marcado ao longo da Península de Sul a Norte (Figura 2), com uso de GPS (Garmim), posicionando-se no centro do quadrante. Os quadrantes foram tomados como réplicas, tendo em conta que a principal consideração foi a sua distância do Rio Piranhas-Açu.

Em relação à vegetação a maior predominância de vegetação nativa de mague foi encontrada nas regiões Sul e Central, enquanto que na região Norte a maior ocorrência de vegetação não nativa.

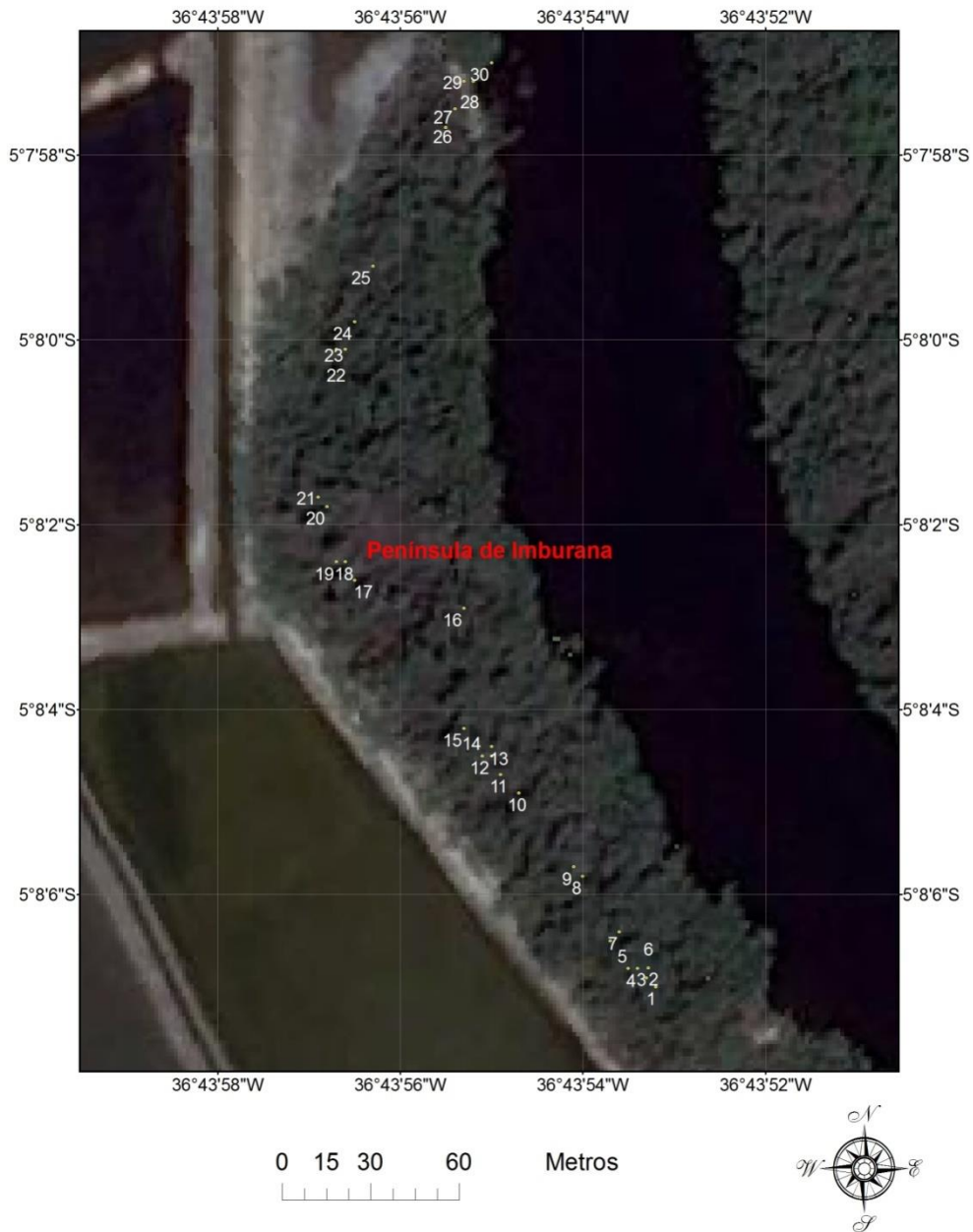
As tocas de guaiamum, *Cardisoma guanhumi* dentro de cada quadrante foram classificadas em abertas e fechadas. Convencionou-se o termo “toca aberta” e “toca fechada”. Em cada quadrante, o número de tocas ativas (abertas) foi registrado, reconhecendo-se a atividade dentro da toca pela presença de lama úmida do lado de fora – resultado a escavação constante do túnel – e de partículas fecais e/ou com alimentos.

Quadro 1 – Divisão dos quadrantes da área de estudo, marcados através de aparelho GPS, correspondentes a cada área de amostragem *in loco*. Q = quadrante.

Quadrantes (sítio de estudo)	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
Q-1	S 05° 08' 07.0"	W 036° 43' 53.2"
Q-2	S 05° 08' 06.8"	W 036° 43' 53.4"
Q-3	S 05° 08' 06.8"	W 036° 43' 53.3"
Q-4	S 05° 08' 06.9"	W 036° 43' 53.3"
Q-5	S 05° 08' 06.8"	W 036° 43' 53.5"
Q-6	S 05° 08' 06.5"	W 036° 43' 53.7"
Q-7	S 05° 08' 06.4"	W 036° 43' 53.6"
Q-8	S 05° 08' 05.8"	W 036° 43' 54.0"
Q-9	S 05° 08' 05.7"	W 036° 43' 54.1"
Q-10	S 05° 08' 04.9'	W 036° 43' 54.7"
Q-11	S 05° 08' 04.7"	W 036° 43' 54.9"
Q-12	S 05° 08' 04.4"	W 036° 43' 55.0"
Q-13	S 05° 08' 04.5"	W 036° 43' 55.1"
Q-14	S 05° 08' 04.5"	W 036° 43' 55.0"
Q-15	S 05° 08' 04.2"	W 036° 43' 55.3"
Q-16	S 05° 08' 02.9"	W 036° 43' 56.3"
Q-17	S 05° 08' 02.6"	W 036° 43' 56.5"
Q-18	S 05° 08' 02.4"	W 036° 43' 56.6"
Q-19	S 05° 08' 02.4"	W 036° 43' 56.7"
Q-20	S 05° 08' 01.7"	W 036° 43' 56.9"
Q-21	S 05° 08' 01.8"	W 036° 43' 56.8"
Q-22	S 05° 08' 00.1"	W 036° 43' 56.7"
Q-23	S 05° 08' 00.1"	W 036° 43' 56.6"
Q-24	S 05° 07' 59.8"	W 036° 43' 56.5"
Q-25	S 05° 07' 59.2"	W 036° 43' 56.3"
Q-26	S 05° 07' 57.7"	W 036° 43' 55.5"
Q-27	S 05° 07' 57.5"	W 036° 43' 55.4"
Q-28	S 05° 07' 57.2	W 036° 43' 55.2"
Q-29	S 05° 07' 57.2"	W 036° 43' 55.3"
Q-30	S 05° 07' 57.0"	W 036° 43' 55.0"

Fonte: elaborado pela autora

Figura 2 – Mapa ampliado da área da Península de Imburana (a partir da figura 1), mostrando os pontos de amostragem, enumerados de 1 a 30, distribuídos espacialmente de Sul a Norte, compreendendo uma área muito densa de vegetação, onde se encontra uma elevada diversidade de *habitats* do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828.



Fonte: elaborada no Centro de Imagens e Informações Geográficas do Exército – CIGEX, com uso do *software* ArcGis.

Para a identificação das tocas, foi utilizado o senso visual, considerando-se a forma como as tocas são construídas, a posição da terra removida – em forma

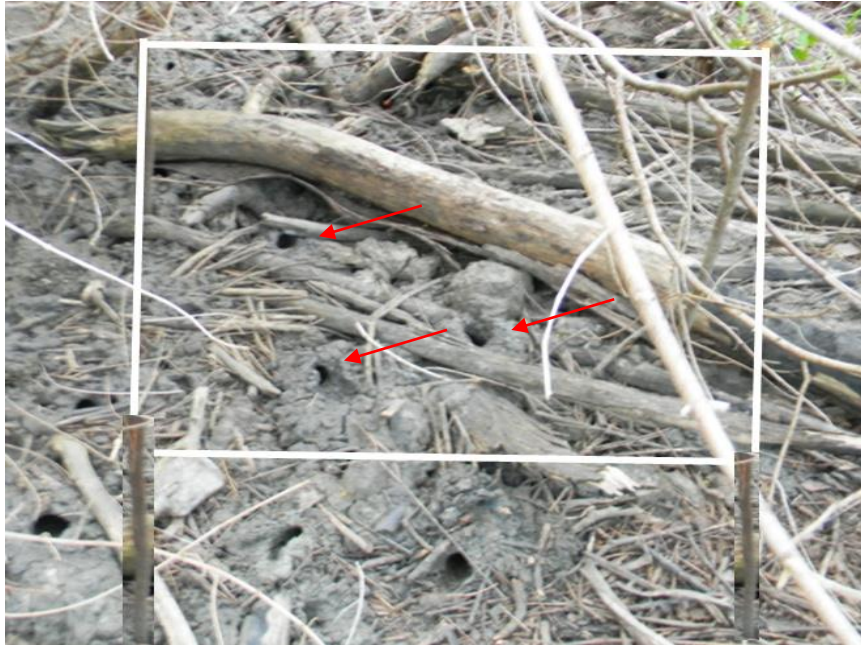
de castelo – e também o tipo de fezes dos animais. Para medidas das tocas dos crustáceos, utilizamos um paquímetro digital da marca *King-tools*, com precisão de 0,05mm. Os quadrantes para análise das tocas de guaiamum foram montados utilizando-se galhos da vegetação de mangue e fita métrica. (Figura 3). As medições das tocas de entrada (Figura4).

Todas as tocas eram contadas e classificadas dentro do quadrante e, posteriormente, era determinado o número de tocas por metro quadrado (NT/m²). Geralmente, só um único indivíduo constrói e ocupa uma toca; pequenos juvenis (menos de 10 mm de largura de carapaça), no entanto, podem compartilhar frequentemente a mesma toca com um caranguejo adulto (HILL, 2001; HERRIED; GIFFORD, 1963). Por isso, considerou-se para esse trabalho 1 (um) animal adulto por toca. O método de captura empregado pelos pescadores, ao usar-se uma armadilha (chamada “ratoeira”) fechando-se a saída do buraco, também apresentou apenas 1 (um) animal capturado na armadilha, confirmando-se a tese de ocupação individual da toca. O tamanho dos indivíduos foi indiretamente estimado pelo tamanho da toca (TURELI *et al.*, 2009).

A análise da vegetação onde as tocas estavam localizadas foi realizada visualmente, identificando as espécies de mangues, de outros arbustos e de partes de plantas – folhas maduras, flores e/ou frutos –, a fim de estabelecer relação com a preferência do *habitat* dos caranguejos na zona de estudo.

Além disso, espécimes de guaiamum foram capturados por um catador de caranguejos perto da área de estudo (na margem oposta do Rio Piranhas-Açu), nos meses de março, maio, julho e outubro de 2014. Os espécimes foram classificados por sexo e a largura da carapaça foi calculada a cada mês. O tamanho total da composição de indivíduos capturados foi usado para calcular as distribuições de frequência com a comparação do alvo e com a distribuição de frequência das medidas do diâmetro das tocas.

Figura 3 – Esquema mostrando a posição das tocas (setas vermelhas) em uma unidade de amostragem. O quadrante (2 m^2) é delimitado por uma corda de fibra sintética. Observam-se as tocas de guaiamum, *Cardisoma guanhum*, Latreille, 1828.



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 4 – Medição da entrada de uma toca ativa do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhum*, Latreille, 1828. A linha vermelha mostra a largura da toca e o paquímetro utilizado nas medições.



Fonte: elaborada pela autora.

Fonte: elaborada pela autora.

3.3 Estimativas da densidade e abundância do estoque

O *estoque*, por definição, é o conjunto de animais em exploração em uma determinada área (LAUREC; LE GUEN, 1981). Ricker (1975), Minns (1997) e Randall e Minns (2002) descreveram o termo como sendo uma biomassa de peixes ou crustáceos (produção) por unidade de área e por unidade de tempo.

A *abundância* é o número de indivíduos (organismos) encontrados em uma área geográfica. Um *índice de abundância do estoque*, portanto, pode ser determinado a partir do *índice de produtividade e/ou densidade ecológica* (número de organismos por unidade espacial). A *abundância da espécie* é uma expressão comumente utilizada para determinar o tamanho da população em uma localidade específica, podendo refletir sua situação. *Abundância* – ou *tamanho populacional* – refere-se à representação relativa de uma espécie em um determinado ecossistema (SEBER, 1982), a qual, para a população de guaiamum, foi estimada extrapolando-se da amostra, multiplicando-se, neste caso, a *densidade média* pela *área total* ou pelas *subáreas* habitadas pela espécie.

A partir dos pressupostos acima, para estimar a abundância do estoque do caranguejo no seu habitat natural foi formulada a seguinte Hipótese: a abundância do estoque é proporcional à densidade das tocas em uma área determinada, considerando que cada toca está habitada só por um caranguejo, independente de seu tamanho e sexo.

A *densidade populacional* é uma medida do tamanho da população por unidade de área, e também poderá ser considerada como índice de abundância. O critério empregado, neste caso, usou a seguinte equação:

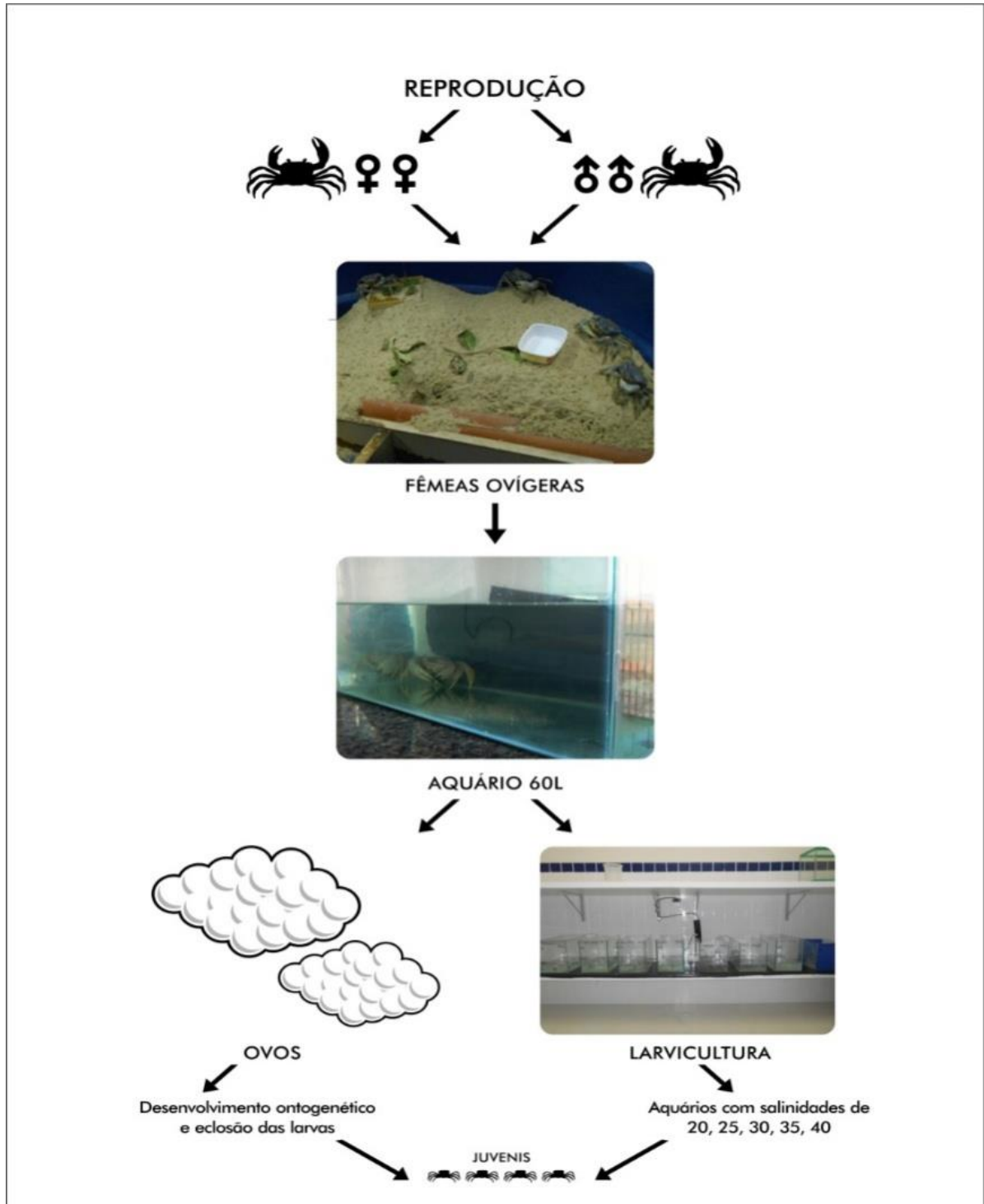
Densidade (D) = NT/ A, onde o numerador da equação representa o número de tocas (NT) ou o número de guaiamuns, considerando-se que cada toca aberta é ocupada apenas por um caranguejo, e A é a área (m²) dos quadrantes. E, para abundância, considerou-se toda a área da Península de Imburana (26.700m²), distribuída em três regiões. A abundância foi calculada a partir dos valores de densidade ou índice de abundância encontrado, sendo N = D*A, onde N = abundância, D = Densidade e A = área (m²).

3.4 Condições experimentais – estudo de crescimento

Os experimentos para descreverem as etapas de desenvolvimento do ciclo de vida do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* foram realizados na Unidade de Apoio à Aquicultura – UPA, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus* Macau, nos meses compreendidos entre outubro de 2013 a agosto de 2014.

Fêmeas e machos do caranguejo guaiamum foram capturados na área de estudo e mantidos em cativeiro com o propósito de promover acasalamentos dos animais adultos e eclosão dos ovos em condições controladas. Depois do acasalamento, os ovos fecundados eclodem aproximadamente após duas semanas (GIL, 2010). A partir de então, é desenvolvido o processo de larvicultura, até alcançar o estágio juvenil (Figura 5).

Figura 5 – Esquema do desenvolvimento larval do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em condições de laboratório.



Fonte: elaborada pela autora

3.4.1 Reprodução

Fêmeas e machos de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, recém-coletados na Península de Imburana (em Macau-RN, 5°09'S e 36°30' W), foram acondicionados em um tanque circular de fibra, com capacidade de 1.000L, contendo uma área seca com areia – com solo de área de manguezal – e uma área úmida, em uma proporção de 3 fêmeas para 1 macho, totalizando 8 animais por tanque.

Para espécimes coletados em Macau, os dados morfométricos mensurados foram apenas os relacionados à largura total do cefalotórax (LC), usando-se paquímetro digital da marca *King-tools*, com precisão de 0,05 mm e medição 0 – 150 mm.

Diariamente, realizava-se a limpeza dos tanques, bem como eram ofertados alimentos aos animais, os quais se constituíam de vegetais e frutas (cenoura, alface, tais como mamão, goiaba, ricos em carotenoides), além de ração para camarões e felinos, com composição à base de peixe. Pedacos de peixes também foram ofertados aos animais logo após montagem dos plantéis. E, para melhor acomodação dos animais, telhas e pedacos de tubos em PVC com diâmetro de 15 cm foram colocados nos tanques para servirem de abrigo aos animais.

Após as fêmeas tornarem-se ovígeras, foram montados aquários com capacidade de 100 L, contendo água salgada coletada diretamente no mar ou no estuário, sendo utilizada apenas após filtragem manual, para retirada de sólidos em suspensão, sendo mantida em salinidade aproximada de 30 e 35, com aeração constante. A temperatura da água e seu pH eram monitorados, diariamente.

Os aquários foram ainda revestidos com plástico preto, para evitar a entrada de luz em excesso, já que as larvas de guaiamum, *C. guanhumi*, eclodem durante a noite. Após eclosão, o revestimento do aquário era removido para permitir luminosidade aos aquários.

3.4.2 Desenvolvimento dos ovos

Para análise do desenvolvimento ontogenético, amostras de ovos dispensados pelas fêmeas ovígeras nos aquários de eclosão foram recolhidos diariamente através de sifonamento. Amostras de ovos foram fixadas em

formaldeído a 10% e, posteriormente, conservadas em álcool 70% (com glicerina), para a medição de seus diâmetros.

Os ovos foram analisados quanto à forma e alterações internas, demonstrando o grau de desenvolvimento biológico. Além disso, a presença ou não de microrganismos – tais como protozoários – também foi averiguada como forma de manutenção das boas condições físico e químicas da água. Assim que se constatava a presença de microrganismos eventualmente patogênicos e/ou evaporação, realizava-se, respectivamente, troca parcial da água e/ou sua complementação.

Fotomicrografias do desenvolvimento dos ovos foram realizadas utilizando-se microscópio trinocular, com câmera de captura de imagem *Diagtech* acoplada, no Laboratório de Biologia do IFRN – *Campus Macau* (Rio Grande do Norte, Brasil).

A descrição do desenvolvimento do ovo de *Cardisoma guanhumi* seguiu alguns padrões de estágios de embriões de *Macrobrachium olfersi* (Wiegman), de acordo com a classificação de Simões-Costa (2005), e também a embriologia do siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck), descritos por Pinheiro e Hattori (2002). Para a primeira espécie, foram descritos 14 estágios, uma vez que há uma fase naupliana, enquanto que, para a segunda espécie, foram descritos apenas 8 estágios de desenvolvimento embrionário, porquanto nela só há desenvolvimento da larva zoea.

3.4.3 Desenvolvimento das larvas

Um total de 500 larvas foi dividido por tratamento, com duplicata, para salinidades de 20, 25, 30, 35 e 40, com aeração constante, em aquários com volume total de 15 L. A dieta utilizada no cultivo de larvas de *Cardisoma guanhumi* foi composta de náuplios de *Artemia sp.* recém eclodidos, a partir do 1^o instar zoea, sendo designado nesse trabalho como zoea1 (assim, sucessivamente, até o zoea5). A temperatura da água dos aquários oscilava entre 28°C e 30°C.

Informações sobre tempo de muda, movimentação vertical ao longo da coluna d'água, busca por alimento, resposta positiva quando iluminadas por feixe de luz, além de pH da água e taxa de O₂ foram coletadas diariamente. Os aquários foram colocados em bancada, lado a lado, possibilitando melhor visualização.

Amostras de 10 larvas – previamente fixadas, diariamente, em formaldeído 10% e depois conservadas em álcool 70% (com glicerina) – foram mensuradas, considerando-se o comprimento de suas carapaças desde a base do espinho rostral até o dorsal. As medidas foram realizadas através de régua micrométrica (microscopia óptica, ocular 10x).

Fotomicrografias do completo desenvolvimento larval foram obtidas utilizando-se câmera DSLR *Canon* EOS 60D, com adaptador *AmScope*, para microscópio e esteromicroscópio óptico *Nikon* modelo SMZ21000, no Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE/UFC).

As larvas zoeae de *Cardisoma guanhum*i foram analisadas, diariamente, a partir de observações macro e micrométricas de sua morfologia: macro em relação a exúvias (mudas) encontradas após a ecdise e pela diferença de tamanho de suas carapaças e movimentação na coluna d'água; micro ao observarem as diferenças nos números de cerdas, tanto dos maxilípedes (apêndices bucais) como do télson, ao serem visualizadas no microscópio óptico, baseadas nas descrições feitas por Costlow Jr. e Bookhout (1968a), para o completo desenvolvimento larval de *C. guanhum*i.

3.4.4 Desenvolvimento dos juvenis

Para o desenvolvimento dos juvenis cultivados em laboratórios, 25 indivíduos foram acomodados em aquários de 10 L, contendo água com salinidade entre 20 e 25.

Na metamorfose de megalopa para juvenil, pequenas pedras foram colocadas nos aquários. Após metamorfosearem para juvenil, aquários foram montados, contendo em parte solo arenoso e água com salinidade entre 20 e 25, com ligeira inclinação para viabilizar a migração dos animais na interface solo-água.

Para auxiliar na locomoção dos juvenis, foram colocados cascalhos e pedras no fundo dos aquários logo após atingirem o 3º *instar*, ante a necessidade de se esconderem durante o dia. Saliente-se que, em referida etapa de desenvolvimento, já permaneciam com parte da carapaça fora d'água, demonstrando adaptação ao hábito semiterrestre.

Posteriormente, juvenis em 3º e 4º *instar* foram transferidos para outro aquário de 10 L, sendo que parte deste foi preenchido com areia – com 5 a 6 cm de

altura – e uma coluna d'água de aproximadamente 2 cm de altura, com salinidade no intervalo entre 20 e 25. Logo que os juvenis atingiram o 6º *instar*, a salinidade da água foi mantida no intervalo entre 15 e 20. Os juvenis foram alimentados com *Artemia sp.* recém eclodida ou armazenada em refrigerador.

Após atingirem o 10º e o 11º *instar*, os juvenis foram colocados em aquários de 100 L, com areia e um recipiente plástico contendo água com a mesma salinidade usada no 6º *instar*. Para manter os juvenis separados – e assim evitar canibalismo –, colocou-se uma divisória feita em papelão dentro destes recipientes.

Os juvenis foram alimentados com molusco bivalve *Mitella falcata*, cenoura, folhas de mangue e péletes de ração comercial para peixe, da marca NUTRIPEIXE, com 13% de umidade e 32% de proteína bruta.

Baseados na literatura científica repetiu-se o completo desenvolvimento larval do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, desde o ovo até o estágio juvenil, com forma de se estudar o crescimento e estimar as idades, bem como a longevidade da espécie.

3.5 Idade e parâmetros de crescimento

Os estudos da idade e do crescimento foram realizados em laboratório a partir dos estágios de desenvolvimento da fase larval e juvenil, analisando-se o incremento de tamanho entre as sucessivas mudas. O período de intermudas (dias) e o tamanho da largura da carapaça determinam a taxa de crescimento nos caranguejos.

Os animais foram observados diariamente, e os indivíduos que sofreram mudas foram devidamente mensurados, estabelecendo-se como parâmetro a largura de sua carapaça (LC) antes e após a muda. As análises foram iniciadas desde a eclosão do ovo, passando pelos diferentes estágios larvais zoeae, megalopa e juvenil. Os períodos de intermudas foram somados, consecutivamente, para associar a idade (dias) a um tamanho (LC) determinado desde a eclosão da larva.

O modelo de regressão entre LC e o período de intermudas (PI), e vice-versa, foi representado por uma linha de regressão ($LC = PI * b + a$). O modelo permitiu estimar a LC em relação a diferentes idades teóricas em dias, as quais foram convertidas em anos. Posteriormente, através da equação de crescimento de

Von Bertalanffy: $-\ln(1 - L(t) / LC_{\infty}) = -K \cdot t_0 + K \cdot t$, onde t (idade) é a variável independente X , e Y ($-\ln(1 - L(t) / LC_{\infty})$) a variável dependente. A equação define uma regressão linear, onde $b = K$ e $a = -K \cdot t_0$.

O valor de K foi calculado utilizando os dados de L_t (LC_t) para idades entre 1 e 6 anos, as quais são as mais representativas nas coletas em meio natural. A largura assintótica da carapaça (LC_{∞}) foi calculada, considerando-se como critério a média dos animais mais velhos da população.

O modelo matemático de crescimento de Von Bertalanffy está expresso como: $LC = LC_{\infty} \cdot [1 - \exp(K \cdot (t - t_0))]$, onde LC_{∞} = largura assintótica da carapaça (mm), K = constante de crescimento, t = idade de um caranguejo médio do estoque e t_0 = idade das larvas depois da eclosão do ovo.

A idade (t_0) das larvas depois da eclosão do ovo foi calculada com a seguinte equação: $t_0 = t + 1/K \cdot (\ln(LC_{\infty} - L_e) / LC_{\infty})$. L_e é a largura da larva no momento da eclosão.

3.6 Análises do padrão de chuvas

Para estudar as tendências e a variabilidade que influenciam no comportamento da densidade do *Cardisoma guanhumi*, foi analisada a chuva acumulada no período de 2014 a 2015.

Dados meteorológicos foram obtidos através do sítio da *internet* <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmepe> estação meteorológica localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Macau.

A correlação da variável ambiental com a densidade foi avaliada através de análise de correlação cruzada. Utilizou-se a fórmula de Diggle (1990), sendo $2 / \sqrt{n}$ (n é o número total de meses), para avaliar a significância do coeficiente de correlação, que é significativo quando o valor calculado excede ao da fórmula.

3.7 Análises estatísticas

A abundância média dos caranguejos foi estimada por regiões e de acordo com a distância dos quadrantes à linha de costa. Primeiro, uma ANOVA simples foi realizada para estudar o efeito da densidade média (pontos quadrantes)

entre os tratamentos (Regiões Sul, Central e Norte). A variável dependente foi a densidade, e as fontes de variação foram as regiões de estudo. Mais tarde, uma segunda ANOVA simples foi realizada, sendo as fontes de variação as distâncias de 10-20, 30-40 e 50-60 m (tratamentos) à linha de costa.

Os dados foram previamente verificados quanto à normalidade e homogeneidade da variância, pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levine, respectivamente, e a transformação $\ln(x + 1)$ dos dados foi necessária para se obter a exigência da análise. Os testes SNK (Student-Newman-Keuls) foram utilizados para determinar as diferenças *pós-hoc* entre as médias. O *software Statistica 6.0 (Statsoft, Inc.)* foi utilizado para todos os testes.

Para testar possíveis conexões da densidade mensal do guaiamum entre toca aberta (Dta) e toca fechada (Dtf) e a chuva, foi realizada uma análise de correlação cruzada (DIGGLE, 1990) da média mensal de densidade (D) e da chuva mensal (mm). A tendência de retardamento D foi transformada logaritmicamente ($\ln(x + 1)$) antes da análise, de modo a satisfazer a exigência de continuidade do expoente variável ea suposição de normalidade. Diggle (1990) sugere a fórmula aproximada $2/\sqrt{n}$, onde “n” é o número total de meses, para avaliar o significado a 95% da função de correlação cruzada, se o valor calculado exceder a equação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

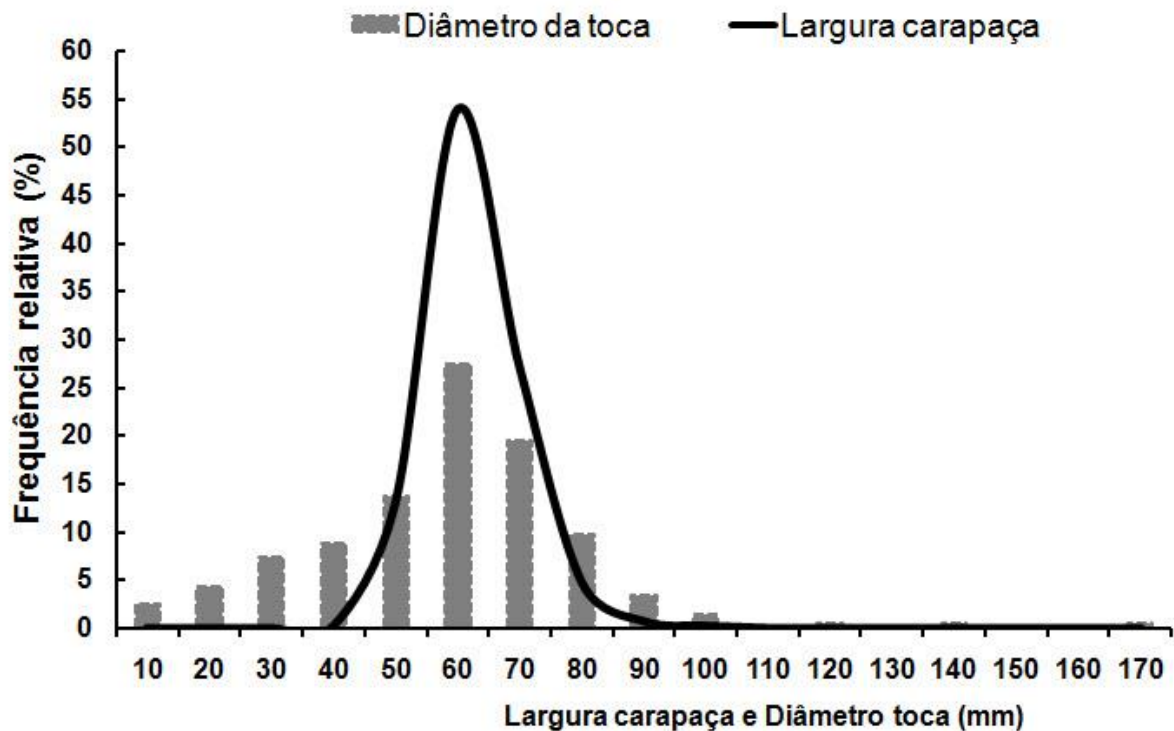
4.1 Características gerais da população

Foram registradas 529 tocas em todo o período, sendo que 71,7% (379) foram de tocas abertas, 22,1% (117) foram de tocas fechadas e 6,2% (33), tocas que foram escavadas por catadores. As variações mensais do diâmetro das tocas (DT) oscilaram de 12 a 173 mm, com um tamanho médio de $62,95 \pm 3,01$ mm – média e intervalo de confiança (IC) de 95%. Na margem oposta do rio Piranhas-Açu, ao lado da Península de Imburana, foi capturada 421 caranguejos azuis. Os espécimes variaram de 37 a 110 mm (LC), sendo o tamanho médio da largura de carapaça de 64,93 mm; esta medida está dentro do IC de 95% do tamanho médio da toca, indicando que não houve diferença significativa.

As distribuições de frequência de tamanho entre DT e LC mostraram um único padrão modal para ambos os parâmetros (Figura 6). A classe modal foi de 60 mm e mostrou uma estreita relação entre o DT e a LC. Por outro lado, observou-se uma relação altamente significativa entre a frequência DT e LC ($n = 7$, $R^2 = 0,8968$, $P < 0,001$). No Mar Mediterrâneo, mais precisamente na Turquia, Tureli *et al.*, (2009) relataram para o caranguejo fantasma, *Ocypode cursor*, Linnaeus, 1758, a mesma distribuição de frequência entre DT e LC, que foi ajustada por um modelo linear de regressão. Estes fatos puseram em evidência que o DT era um bom estimador do tamanho do caranguejo.

Em outras regiões, a classe unimodal é muito semelhante aos resultados do presente estudo (60 mm, LC). Em Veracruz, México, por exemplo, verificou-se largura de carapaça média de 61,55 mm (HERNÁNDEZ; MALDONADO, 2013). Em Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, observou-se LC de 55-60 mm em ambos os sexos (SILVA, SCHWAMBORN E LINS-OLIVEIRA, 2014). No estoque de caranguejo guaiamum da Península de Imburana, o tamanho médio de 62,05 mm (LC) está na faixa média entre 51,9 mm e 69,1 mm (LC), relatada por Pinheiro e Lins-Oliveira (2006) na Região Nordeste. Além disso, os juvenis (10-20 mm, LC) representaram 5%; pré-adultos (20-50 mm LC), 15%; adultos (>60 mm LC) 79%; e os mais velhos (100-170 mm LC) representaram 1% – apesar de o caranguejo guaiamum ter uma pesca artesanal de pequena escala em sua área de distribuição e limitada a menos de 5 km do oceano.

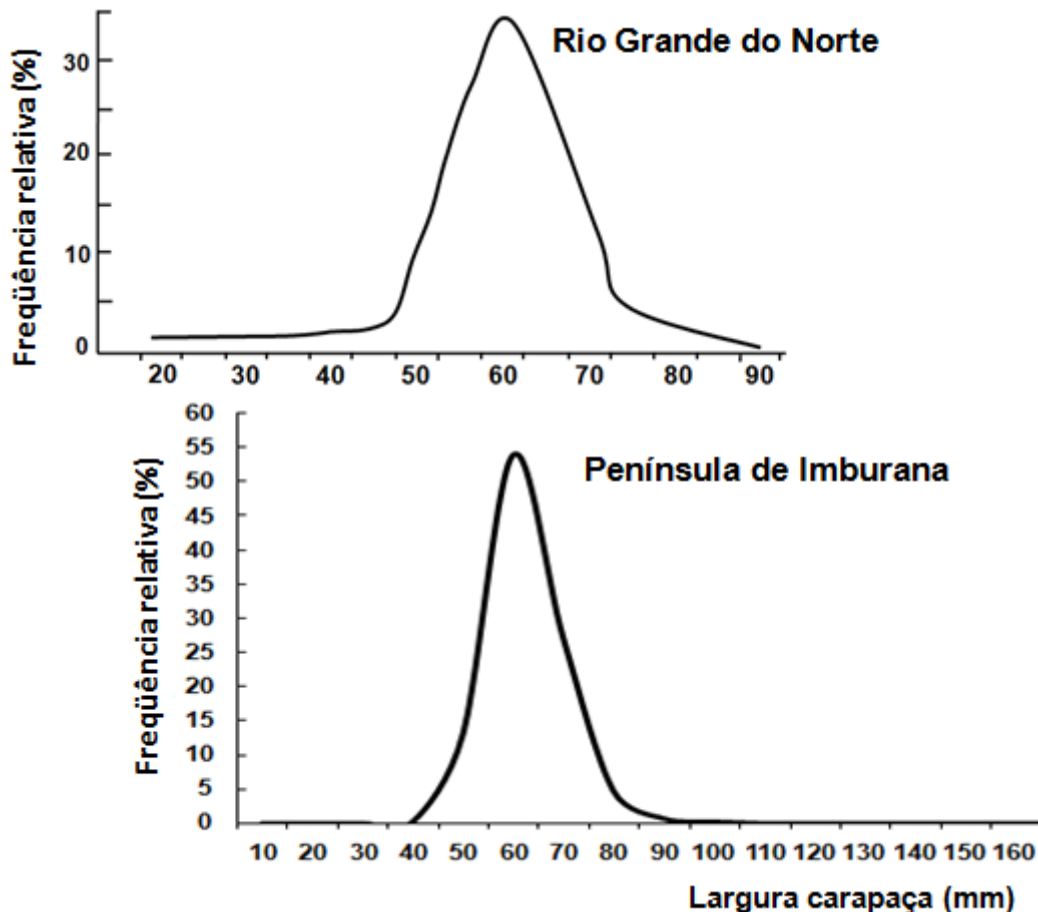
Figura 6 – Frequência relativa do diâmetro das tocas e largura da carapaça do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828.



Fonte: elaboradapela autora.

No entanto, a pesca comercial é mais intensa nas regiões costeiras, onde o caranguejo é um prato tradicional. A atividade pesqueira de alta intensidade sobre o estoque do guaiamum talvez seja a principal razão da diferenciação no tamanhodo crustáceo em diferentes regiões dentro do Nordeste, onde a distribuição de frequência é um reflexo do caranguejo na área de amostragem. A distribuição de tamanho e a largura modal são muito consistentes entre as regiões, variando geralmente entre 60 e 65 mm (LC), conforme demonstrado pelos resultados obtidos neste estudo e por Silva, Schwamborn e Lins-Oliveira (2014) na área de mangue do Rio Potengi (5° 47' 22.8"S e 35° 13' 10.5" W) edo Rio Mirim (5°26'S e 35°14'W) no Rio Grande do Norte (Figura 7) .

Figura 7 – Frequência relativa da largura da carapaça do guaiamum, *Cardisoma guanhumii*, Latreille, 1828. Figura superior modificada de Silva, Schwamborn e Lins-Oliveira (2014). Figura inferior com dados do presente estudo.



Fonte: elaborada pela autora.

4.2 Comportamento dos caranguejos nas tocas

Observações de campo mostraram que os animais constroem suas tocas debaixo de troncos, sob a sombra das árvores ou em áreas abertas com pouca vegetação. Taissoun (1974) reportou que as grandes concentrações de tocas estão situadas em terras baixas, sendo feitas debaixo de árvores, geralmente lenhosas e de folhas grandes, que permitem dar sombra permanente às tocas. Gifford (1962) disse que caranguejos desse gênero vivem em tocas que cavam no solo lamacento de manguezais e se estendem até dois metros de profundidade, ou até alcançar o

lençol freático, formando acúmulos de sedimentos na entrada das tocas que as protegem.

Embora haja variação considerável, a toca do caranguejo terrestre, em geral, é uma escavação tubular vertical, levemente inclinada ou variando nas proximidades, de profundidades entre 1,5 a 3,4 m (BRIGHT; HOGUE, 1972).

A associação de *Cardisoma guanhumi* com espécies vegetais é evidente, principalmente com *Hibiscus tiliaceus*, encontrado nas áreas de apicuns. Por ser basicamente herbívoro, também se alimenta de folhas de *Laguncularia racemosa* e de *Rhizophora mangle*, vegetação predominante nas proximidades das tocas, embora também possa se alimentar de insetos, de fezes e até mesmo de outros exemplares da mesma espécie, sendo, por isso, citado como onívoro (PINHEIRO *et al.*, 2016).

No manguezal da Baía El Uno, no Golfo de Urabá, Colômbia, a formação de bordas tem um efeito negativo sobre a abundância e condição fisiológica – peso e tamanho – dos indivíduos do caranguejo de terra *C. guanhumi*, uma vez que houve alteração na sua formação vegetal (ARROYAVE-RICÓN *et al.*, 2014).

Há efeito antropogênico local, principalmente quando usam o método do “ferro” para escavar o solo e retirar o animal. Esse método – que causa dano à toca por escavá-la e modificá-la – é utilizado tanto para toca aberta como para toca fechada.

As tocas abertas indicam que os animais estão em atividade, enquanto as fechadas (Figura 8) indicam provavelmente que esses animais estão em processo de muda. Os dados coletados na presente pesquisa indicam que, durante todo o período de muda, o caranguejo permanece escondido na toca, saindo dela somente quando já apresenta a carapaça enrijecida. Os relatos de Alves e Nishida (2002), para a espécie do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, mostram o mesmo comportamento.

Para *Cardisoma crassum* encontrados no México, Vázquez-López *et al.* (2014) citaram que 10 tocas foram escavadas aleatoriamente para confirmar a ligação entre elas. Em nenhum dos casos foram observados buracos de comunicação entre as tocas.

Figura 8 – Tocas de guaiamum, *Cardisoma guanhumí*, Latreille, 1828, abertas (esquerda) e fechadas, assinaladas com um círculo vermelho (direita). Observa-se que esta espécie forma o “castelo” jogando a argila para trás da abertura.



Fonte: elaborada pela autora.

É possível que a toca vazia de um espécime de guaiamum, *Cardisoma guanhumí*, durante sua saída em busca de alimento, possa ser invadida por outro animal, como por exemplo, um espécime de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*). Tal comportamento é deduzido pela presença de fezes destes animais encontradas na abertura das tocas. As fezes do *U. cordatus* e do *C. guanhumí* são diferentes em formato, sendo tal dado perceptível ao senso visual. Enquanto as fezes daqueles são de forma quadrática, as do *C. guanhumí* possuem o formato alargado e esférico.

Algumas tocas de guaiamum tiveram a altura do seu castelo medidas da base ao topo, apresentando altura entre 40 e 60 mm, com lama seca na parte posterior à abertura da toca. De acordo com Herreid II e Gifford (1963), as tocas de *C. guanhumí*, ocasionalmente, tinham lama seca depositada ao redor da abertura. A presença de lama em aludido local indica atividade recente dos animais dentro ou fora da toca. Além da lama, fezes na abertura das tocas também são indicativos de atividade recente desses animais, havendo possibilidade de estarem dentro de suas tocas. Por possuírem hábitos noturnos, passam a maior parte do dia entocados, com metabolismo reduzido, tornando-se ativos à noite, em perfeita consonância com o que foi observado em condições de laboratório.

4.3 Diâmetros e formas da abertura das tocas

As tocas abertas do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, tiveram as suas aberturas mensuradas, as quais variaram de 12 a 174 mm de diâmetro, com medidas diferindo entre $52,37 \pm 10,05$ mm e $72,01 \pm 10,57$ – média \pm limite de confiança 95% – e com um valor médio de $62,05 \pm 3,012$ mm. Carmona-Suárez (2011) relatou que, ao longo da costa da Venezuela (2009-2010), as tocas mostraram um diâmetro médio de 58,17 mm (N = 1.213), onde ficam os intervalos de confiança do presente estudo.

Bright e Hogue (1972) citaram que o diâmetro da toca é geralmente equivalente ao da largura da carapaça do caranguejo hospedeiro e a profundidade é determinada pelo nível da água.

Carmona-Suárez (2011) citou que as tocas de *C. guanhumi* da Venezuela variaram muito em seu formato, alternando-se em arredondadas, alongadas ou amorfas. A coerência na entrada das tocas, igualmente, poderia ser muito difícil ou muito suave em relação à lama, ocasionando possíveis erros de medição.

Na Península de Imburana, as tocas apresentaram tamanhos arredondados ou alongados, corroborando o que foi citado por Carmona-Suaréz (2011). Para os animais da Venezuela, as razões para que as tocas tenham apresentado diferenças de tamanho entre as regiões não podem ser explicadas a contento. A qualidade dos alimentos, a temperatura do ar e a exploração comercial, entretanto, podem ser fatores que influenciaram o tamanho dos animais.

Na Península de Imburana, a ocorrência de tocas grandes pode estar relacionada à baixa utilização da área para atividades pesqueiras, permitindo que os animais atinjam tamanhos superiores a 150 mm de largura de carapaça (LC).

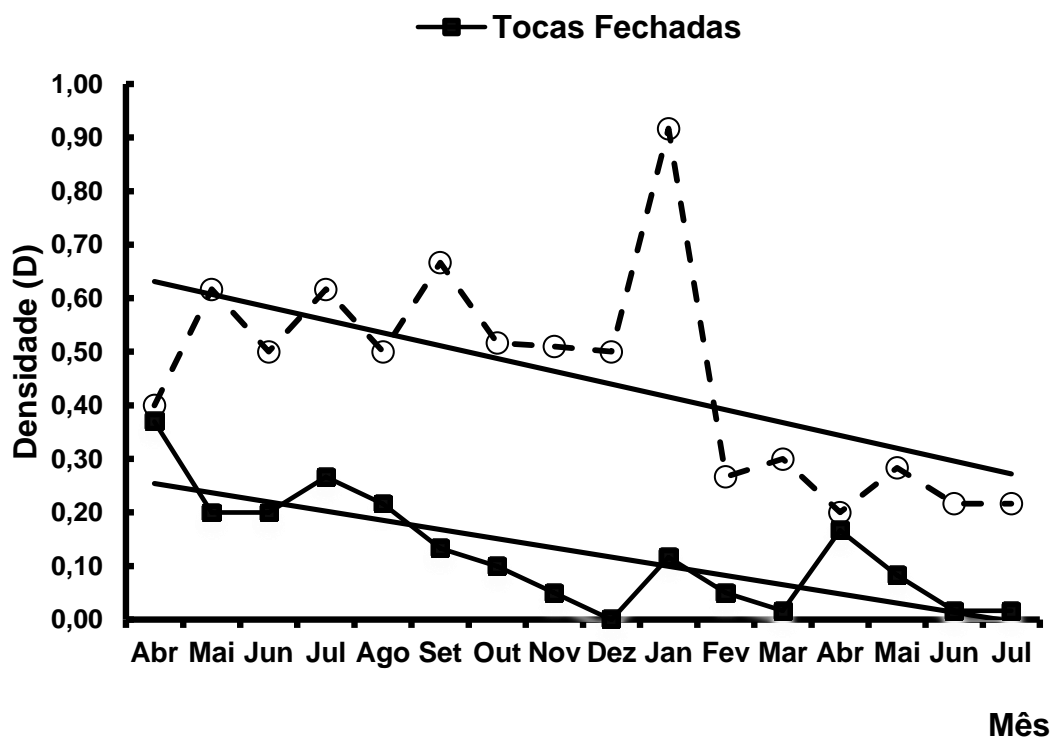
4.4 Distribuição espacial e variabilidade da densidade

Observações terrestres foram realizadas na Península de Imburana. Os dados foram analisados para determinar a variabilidade mensal da densidade de caranguejo (D) em 16 meses de estudo. Foram analisadas as densidades da toca aberta (Dta) e da toca fechada (Dtf), tendo sido constatadas variações mensais em Dta e Dtf, com pico máximo seguido por um nível mais baixo. No entanto, de abril de

2014 até julho de 2015, verificaram-se tendências negativas de Dta e Dtf (Figura 10). Não foi observado padrão sazonal definido devido a sua alta variabilidade. Estudos adicionais são necessários para a expansão das séries temporais, o que melhorará a compreensão das variações de D (Dta e Dtf).

Os indivíduos mostraram uma tendência negativa da densidade (D) no tempo, quando as tocas estão abertas ou fechadas. Embora o IA das tocas fechadas seja evidentemente menor, devido ao reduzido número de caranguejos durante o período de mudas, acredita-se que esse animal sofra ecdise ao longo de todo o ano. Interpretando-se que a maior atividade da espécie (tocas abertas) ocorre entre abril e janeiro, observa-se uma tendência negativa no tempo, associada provavelmente à sinergia entre os fatores ambientais e antropogênicos (Figura 09). A passagem de animais de criação, a proximidade a uma empresa de exploração salineira e a atividade pesqueira são algumas das prováveis causas a afetar o ciclo de vida dos caranguejos na área.

Figura 9 – Variação da densidade do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828. A linha representa a tendência dos valores calculados. Período abril/2014 a julho/2015.



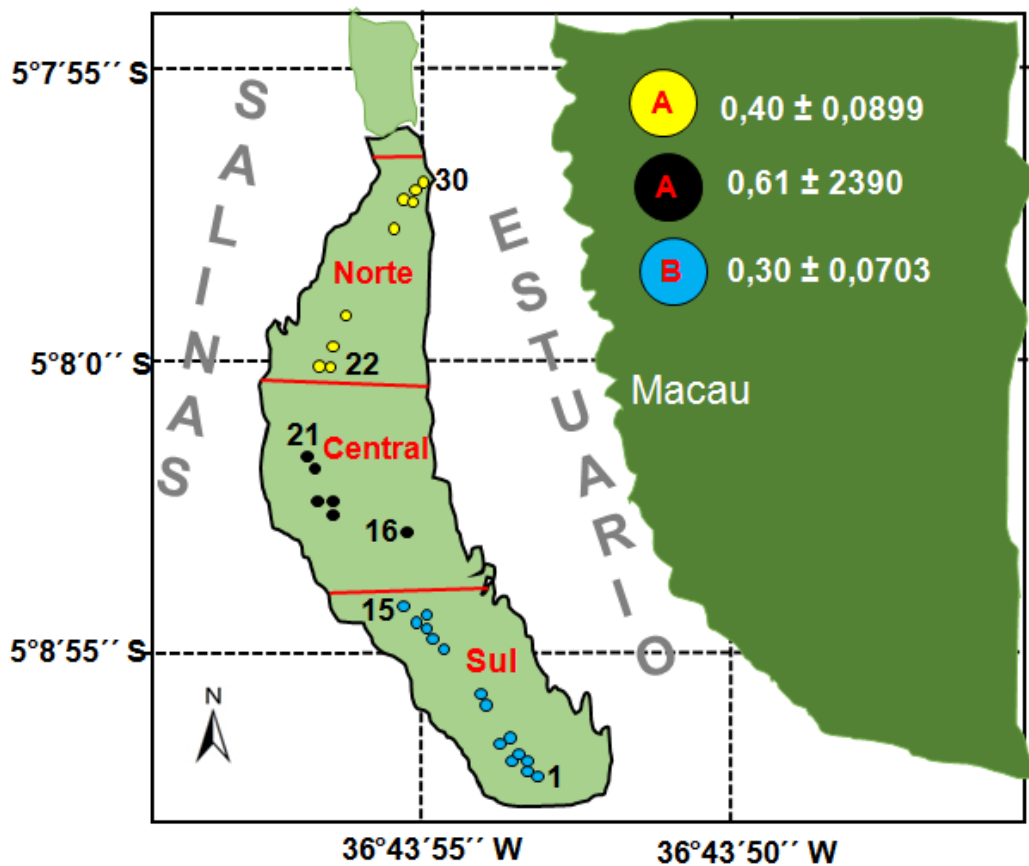
Fonte: elaborada pela autora.

Em Porto Rico, Rodríguez-Fourquet & Sabat (2009) relataram que a ocorrência de caranguejo azul (*Cardisoma guanhumi*) é mais frequente de abril a outubro (época boreal). Referido estudo contrariao verificado por Herreide & Gifford (1963) na Flórida, quando informaram que os buracos são construídos a partir de meados de julho a agosto (4,8%) e, posteriormente, diminuem progressivamente de agosto (2,3%) até dezembro (0%). Nossos resultados apoiam a interpretação da ocorrência de tocas fechadas no Brasil entre abril e agosto. Além disso, será necessário testar a sinergia entre fatores de impacto ambiental e humano (atividades de pesca) sobre a frequência de muda eo ciclo de vida de caranguejos em diferentes regiões do Brasil.

A densidade média (abril/2014 a julho/2015) dos caranguejos em cada região da Península de Imburana foi muito variável na Região Sul (0-0,56), Norte (0,19-0,56) e Central (0,36-1,17). Verificou-se que, entre as regiões, as abundâncias médias foram significativamente diferentes ($gl = 2$; $F = 6,4086$; $P < 0,001$). Na Região Sul, constatou-se uma abundância menor que a das Regiões Central e Norte; nestas regiões, todavia, a densidade média não foi significativa (Figura 10).

Considerando as Regiões Norte, Central e Sul na área estudada, houve diferença no número de tocas encontradas, no tipo de vegetação e na sua dispersão. Nas Regiões Central e Sul, as árvores são mais altas, havendo também uma maior predominância de *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Referido fato torna a área mais fechada, dificultando até mesmo o acesso às tocas dos animais. Na Região Norte, há presença de *L. racemosa* e *R. mangle* em menor quantidade. Além disso, há mais clareiras e um predomínio de vegetação não nativa, como é o caso da algaroba (*Prosopis juliflora*). A ocorrência de tocas pode estar associada tanto ao tipo de substrato (argilo-arenoso), quanto ao tipo de vegetação de mangue que compõe a dieta do *C. guanhumi*.

Figura 10 – Mapa da área de estudo, mostrando a distribuição dos quadrantes de amostragem (1 a 30) e as densidades médias (\pm intervalo de confiança de 95%) dos caranguejos nas tocas nas Regiões Norte (amarela), Central (preta) e Sul (azul-clara) na Península de Imburana ($5^{\circ} 7' 56''$ e $5^{\circ} 8' 8''$ de latitude S, e $36^{\circ} 43' 48''$ e $36^{\circ} 43' 52''$ de longitude W). As linhas contínuas vermelhas representam as linhas divisórias entre as regiões. As letras iguais denotam diferenças não significativas.



Fonte: elaborada pela autora.

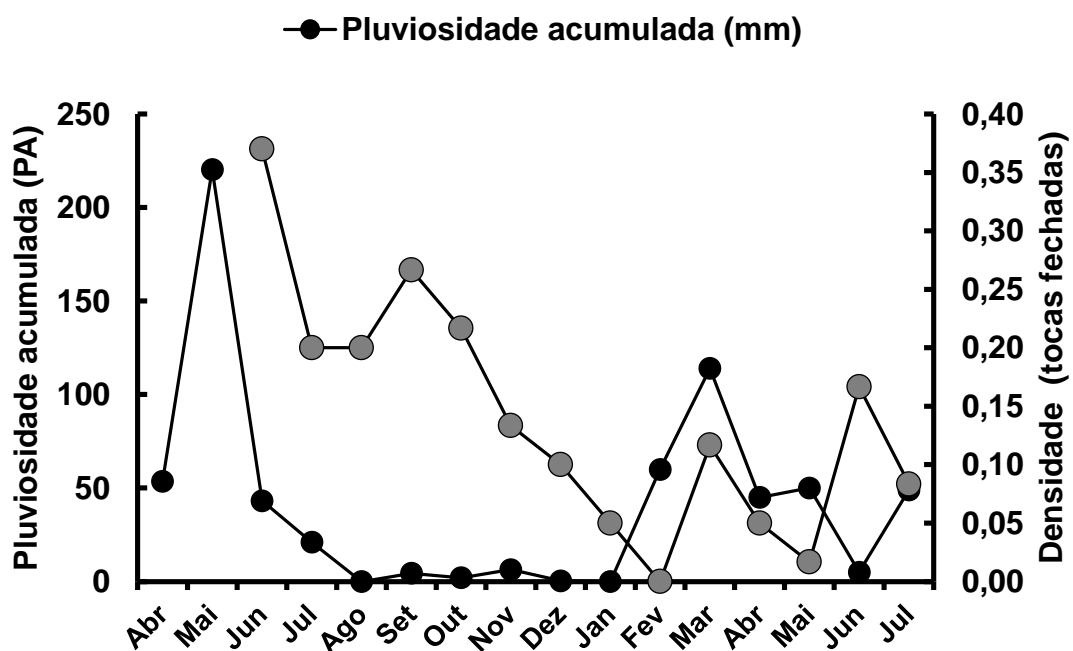
Abdistância dos quadrantes à linha de costa – limite do estuário do Rio Piranhas-Açu – não influenciou no número de tocas ativas, e as médias não foram estatisticamente diferentes, sendo os valores de 0,42, 0,34 e 0,49 ($gl = 2$; $F = 0,5093$; $P > 0,001$), para as distâncias de 10–20, de 30–40 e 50–60 metros, respectivamente. Incluso o ponto 30 com a menor distância ao estuário (4 m) mostrou a menor densidade das tocas ($0,194 \text{ caranguejos/m}^2$) e geral não é observado uma relação causa-efeito entre estas duas variáveis. Hernández-Maldonado (2013) reportou uma densidade média maior de tocas ativas entre 0 e 25

m, embora o número de tocas não tenha diminuído drasticamente quando as tocas estavam mais afastadas da linha de costa (entre 50 e 100 m).

4.5 Relação da densidade com o período chuvoso

A análise de correlação cruzada entre a pluviosidade acumulada (PA) e a densidade (tocas fechadas) indicou que existe defasagem no que diz respeito ao tempo, considerando os níveis de densidade dos caranguejos nas tocas fechadas. Observam-se uma elevada correlação significativa ($r = 0,60$, $n = 16$, $P < 0,05$) e uma máxima defasagem de um mês entre ambos os parâmetros. O período chuvoso regular em Macau/RN tem duração máxima, em média, de até 3 (três) meses. Considerando a PA em Macau/RN, a Figura 12 revela a relação entre a PA e Dtf (tocas fechadas) um mês depois, indicando que a PA tem uma grande influência no aumento do número de tocas fechadas.

Figura 11 – Relação entre a pluviosidade e a densidade do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, nas tocas fechadas. Observa-se a máxima defasagem (dois meses) obtida através da correlação cruzada para 95% de probabilidade. Período: abril/2014 a julho/2015.



Fonte: elaborada pela autora.

É possível que a maior quantidade de tocas fechadas justifique a adaptabilidade desse animal a um ambiente bastante úmido, mesmo sendo o *Cardisoma guanhumi* totalmente adaptado ao ambiente terrestre. As condições ambientais adversas fizeram com que o crustáceo criasse mecanismos de sobrevivência, de maneira que seu estoque estivesse em contínuo processo de crescimento ao longo do ano e a espécie fosse mantida.

Por outro lado, para se obter uma melhor compreensão da atividade da toca, é necessário avaliar o impacto do clima no ciclo de vida do animal, considerando que a região de estudo foi classificada como semiárida e quente (ALVARES *et al.*, 2013). A mortalidade durante as condições de seca também deve ser considerada; em 2014 e 2015, por exemplo, a precipitação foi em geral muito baixa, estando entre 0 e 155,8 mm e com média de 25,6 mm.

4.6. Estimativa de abundância

Uma suposição importante é que a amostra é representativa de toda a área, incluindo a vegetação e topografia da região. O tamanho da população é o número real de indivíduos em uma determinada área. A densidade populacional para a Região Norte da Península de Imburana (9.179 m²) foi de 0,40 indivíduo m⁻², com uma abundância média de 3.672 guaiamuns, *Cardisoma guanhumi*. A Região Sul foi a menor área (8.180 m²) com uma densidade de 0,30 indivíduos m⁻² e uma abundância média de 2.454 caranguejos. Na Região Central (9.210 m²), a densidade média foi maior, com uma estimativa de 0,61 indivíduo m⁻² e abundância média de 5.618 caranguejos. Considerando a área total (26.700 m²), a ocorrência da espécie-alvo foi de 10.362 indivíduos, com uma densidade média de 0,39 indivíduos m⁻². Levando-se em consideração um peso médio de 0,709 kg de guaiamum na região (SILVA *et al.*, 2014), podemos prever um total de 7.347 kg.

A presente abordagem é exploratória, e a previsão do tamanho da população deve ser feita durante muitos anos na mesma área de estudo. É recomendável a melhoria na metodologia utilizada, bem como uma avaliação mais precisa acerca do impacto da atividade pesqueira e da mortalidade natural na previsão das capturas. Além disso, é necessária uma maior investigação conjunta, de modo a melhorar a compreensão das variáveis ambientais e dos fatores biológicos que operam durante as diferentes fases do ciclo de vida da espécie.

4.7 Descrição morfológica do ovo, da larva e do juvenil.

As larvas de guaiamum, *Cardisoma guanhumí*, eclodem coincidindo com o período lunar, sendo a maior incidência de eclosões na lua crescente ou cheia. O período reprodutivo apresentou fêmeas ovígeras dentro dos tanques de maturação no início do mês de novembro. As fêmeas em processo reprodutivo apresentaram mudança de coloração de sua carapaça, passando de azul-lavanda ou roxo-azulada para amarelada ou esbranquiçada.

Gifford (1962) reportou que as fêmeas adultas geralmente mudam de cor de azul para branco-amarelada, mais ou menos no momento da primeira ovulação da temporada, e a cor mais clara, geralmente, persiste no decorrer da estação. Aspecto igual também foi relatado por Taissoun (1974), quando disse que todas as fêmeas no momento da desova adquirem coloração branca ou amarelo-opaca, mantendo-a durante todos os meses de desova, ou seja, quatro meses em média.

Os maiores índices de fêmeas ovígeras ocorreram entre os meses de dezembro a fevereiro. A incubação dos ovos ocorreu em um intervalo de 15 a 19 dias, até a eclosão das larvas. Para animais da Flórida, Gifford (1962) observou que o período de incubação dos ovos ocorreu em 10 dias. Quando depositada, a massa de ovos inicialmente era preta, compacta e brilhante. Com o avanço do desenvolvimento, tornou-se marrom, solta e irregular.

Em laboratório, as mudanças morfológicas foram observadas no padrão de coloração dos ovos de *C. guanhumí*. No início do desenvolvimento embrionário, apresentaram a cor lilás. Em seguida, tornaram-se beges, passando à cor marrom-escura no período próximo à eclosão, sendo possível, através de microscopia óptica, observar o movimento das larvas no interior dos ovos.

Estudos iniciais da embriologia de *C. guanhumí* demonstraram que os ovos são do tipo centrolécito, onde há uma grande quantidade de vitelo – material nutritivo importante para o desenvolvimento da larva – no centro do ovo. Foi possível observar o desenvolvimento embrionário no microscópio óptico, a partir do embrião 2, quando o vitelo se torna menos opaco, destacando as membranas de revestimento e a área blastoral (cavidade com grumos vitelínicos remanescentes do processo de clivagem), com os blastocistos bem definidos.

Macroscopicamente, os ovos presos ao abdômen das fêmeas de *Cardisoma guanhumi* possuem coloração que varia do tom bege ao marrom. Muitas vezes, é possível notar um aspecto aveludado sobre a massa compacta de ovos. De acordo com Pinheiro e Hattori (2002), para o siri *Arenaeus cribrarius*, no estágio embrião 2, a coloração do ovo ainda é laranja e, em vista lateral, o embrião ocupa 1/8 do ovo, sendo possível verificar estruturas ainda rudimentares por transparência.

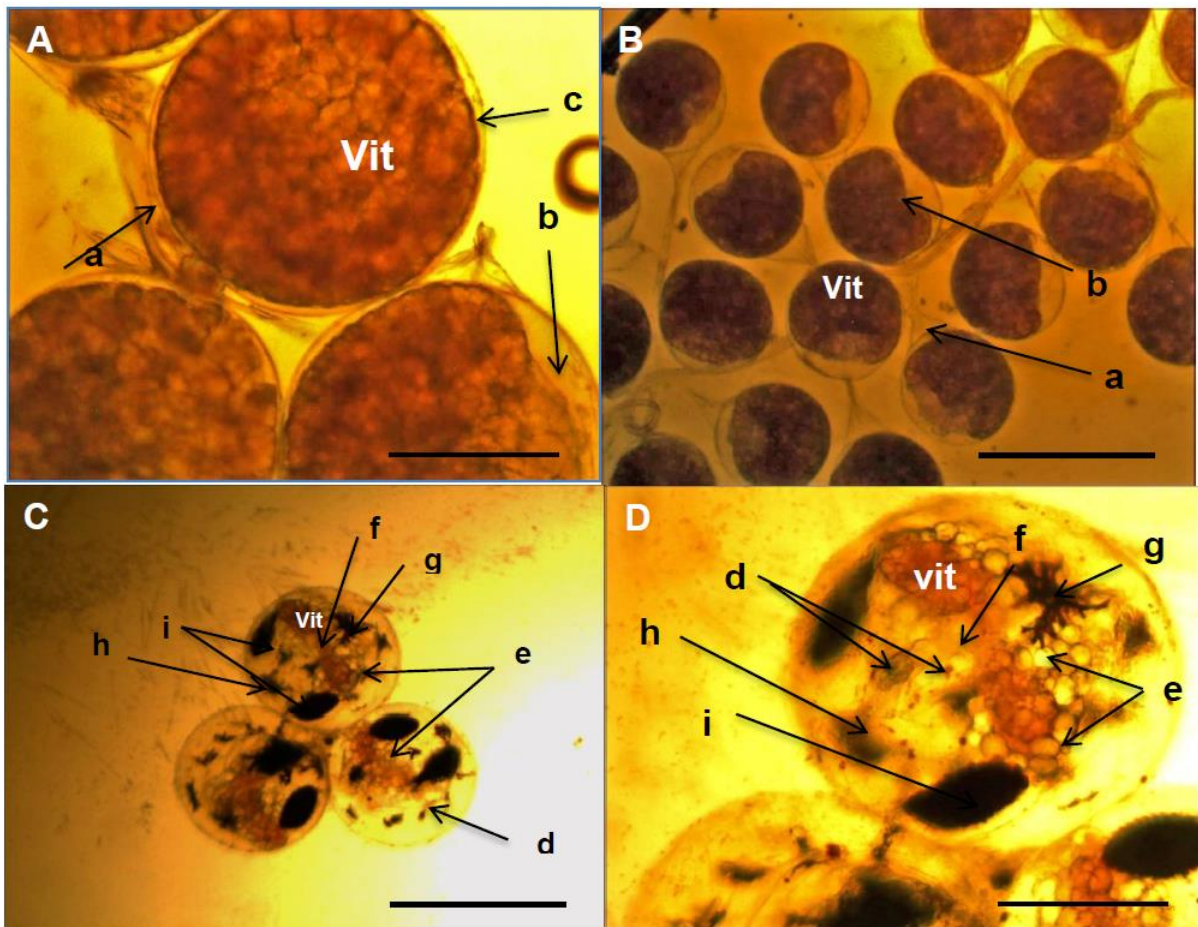
No desenvolvimento dos ovos de *C. guanhumi*, ocorreu grande proliferação celular na área blastoral. Nesta fase, ocorre a interiorização dos blastômeros durante a gastrulação (morfogênese-organogênese), organizando o disco germinativo, adquirindo a forma da letra “V”, indicando que o embrião está em estágio 3.

Para o *Macrobrachium olfersi*, Simões-Costa *et al.* (2005) citaram que, ao longo do dia, o disco germinativo torna-se mais espesso, e suas extremidades superior e inferior passam a ser compostas por várias camadas celulares.

Ao longo do desenvolvimento embrionário, é possível ver a formação dos olhos compostos das larvas zoeae, a presença de cromatóforos e o desenvolvimento de grânulos intestinais. Reserva de vitelo ainda é observada no último estágio do desenvolvimento embrionário. Pinheiro e Hattori (2002) descreveram que, para o siri *A. cribrarius*, no estágio 8, a larva encontra-se totalmente formada, ocupando todo o ovo.

Para o *C. guanhumi*, a larva ocupa todo o espaço interno do ovo e, macroscopicamente, a massa de ovos apresenta-se mais densa e bastante escura no abdômen das fêmeas da espécie. Nos ovos já desenvolvidos, antecedendo a eclosão, foram visualizados os batimentos cardíacos da larva zoea de *C. guanhumi*, assim como rápidos movimentos da larva dentro do ovo. Nessa fase, macroscopicamente, os ovos já se apresentam na cor marrom-escura, quase preta, principalmente no estágio que antecede a eclosão, confirmando a citação de Pinheiro e Hattori (2002), quando disseram que, no estágio 8 do siri *A. cribrarius*, a cor do ovo é quase preta, resultado do desenvolvimento dos cromatóforos, da ponte cromatofórica do abdômen, além de um grande cromatóforo que se forma na região interna da carapaça (Figura 12).

Figura 12 – A a D: Desenvolvimento embrionário do guaiamum, *Cardisoma guanhumii*, Latreille, 1828, ao longo do período de incubação, sendo **a**: membrana de revestimento do cório; **b**: desenvolvimento da área blastoral; **c**: interiorização dos blastômeros para iniciar a fase da gastrulação; **d**: cromatóforos; **e**: grânulos intestinais; **f**: coração; **g**: espinho dorsal; **h**: espinho rostral; **i**: olho composto da larva zoea; **Vit**: vitelo. Imagem capturada com uso das lentes de 10 e 40 x de aumento. (E= 12,2 μ m e 1,25 μ m, respectivamente).



Fonte: elaborada pela autora.

As medidas dos diâmetros dos ovos do guaiamum, *Cardisoma guanhumii* não foram feitas de acordo com o estágio embrionário em que se encontravam, mas sim de forma aleatória. O quadro 2 apresenta os comprimentos do cefalotórax dos 5 (cinco) *instars* zoeae e do estágio megalopa, que apresentaram os seguintes valores, seguidos de suas médias e de seus intervalos de confiança (média \pm intervalo de confiança de 95%):

Quadro 2 – Diâmetro e comprimento dos ovos e das larvas zoeae de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, bem como os valores dos intervalos de confiança (de 95%).

Fase	Dimensão/comprimento (mm)	Média ± intervalo de confiança (95%)
Ovos	0,38 – 0,42	0,40 ± 0,008
Zoea1 (Z ₁)	0,44 – 0,51	0,47 ± 0,017
Z ₂	0,54 – 0,65	0,59 ± 0,0241
Z ₃	0,67 – 0,72	0,71 ± 0,0140
Z ₄	0,84 – 0,91	0,88 ± 0,0158
Z ₅	0,96 – 1,20	1,09 ± 0,0445
Megalopa	1,44 – 1,84	1,57 ± 0,27

Fonte: elaborado pela autora.

O completo desenvolvimento larval de guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828 – desde os *instars* larvais zoea 1 ao 5 (Z₁ ao Z₅), passando a megalopa e 1º juvenil –, foi descrito por Costlow Jr. e Bookhout (1968a), onde citaram, minuciosamente, a morfologia das larvas, incluindo números de cerdas de maxilípedes e télson – partes externas que auxiliam no momento de identificação dos *instars* zoeae.

As larvas obtiveram seu completo desenvolvimento larval em salinidades de 20 e 25, em condições de laboratório. Todavia, em condições naturais no *habitat* de estudo, salinidades superiores a 45 são registradas, indicando a boa adaptabilidade do animal às alterações osmorregulatórias do ambiente em que vive. Referido dado é corroborado por Costlow Jr. e Bookhout (1968b), quando mencionam que a larva de *C. guanhumi* não tem sua sobrevivência afetada apenas por um fator ambiental, mas pela combinação de salinidade e temperatura. Em seus

estudos de laboratório, identificaram que a melhor sobrevivência da larva de *C. guanhumi* ocorreu em salinidades de 15 a 45 e em temperaturas de 25° C a 30° C.

A larva de guaiamum, *C. guanhumi*, eclode na fase Z_1 , a qual tem natação intermitente em busca do alimento. Ao senso visual, é possível identificá-la pelo seu tamanho reduzido e pela formação de aglomerados, principalmente quando em contato com a luz (fototaxia positiva). Nesta fase, em virtude de ainda possuírem reserva nutritiva (vitelo), as larvas conseguem suportar algumas horas sem alimentação (24 horas, em média). Tão logo era administrada *Artemia sp.*, todavia, essas larvas nadavam rapidamente em sua direção, consumindo o alimento. Dessa forma, era possível observar o movimento e a qualidade da larva recém-eclodida.

Em média, uma larva sofre ecdise em intervalos de 7 dias. No decorrer da presente pesquisa, verificou-se que as mudas ocorreram em intervalos entre 3 e 5 dias. Estima-se que o fator “temperatura ambiente” influencie no processo de muda, uma vez que o Município de Macau registra altas médias locais de temperatura.

Quanto a sua morfologia, as larvas Z_1 possuem 4 cerdas em seus maxilípedes (apêndices bucais), bem como em seus télsons. Essas estruturas auxiliam no momento da identificação dos *instars* zoeae, especialmente entre os estágios Z_1 e Z_2 , cujos comprimentos de cefalotórax são bastante semelhantes, evitando observações equivocadas sobre o *instar* larval em que se encontram.

Quando atinge o *instar* Z_2 , seu tamanho é muito próximo ao do Z_1 . A diferença mais perceptível, contudo, é a morfológica. Ao serem submetidas ao microscópio óptico, observam-se 6 cerdas em seus maxilípedes – ao contrário do télson, que continua com apenas 4 cerdas. Nessa fase, ao serem alimentadas com *Artemiasp.*, as larvas tornam-se ainda mais rápidas e vorazes. É possível ver tanto o intestino de cor laranja – indicando sua alimentação – como o náuplio de *Artemia sp.* preso à boca das larvas e também seu intestino cheio e de cor laranja, quando observado no microscópio óptico.

Ao chegarem ao *instar* Z_3 , a diferença no tamanho das larvas já é bastante perceptível, devido ao aumento significativo no comprimento do cefalotórax. O abdômen torna-se mais comprido, apresentando 5 segmentos, e as larvas movimentam-se rapidamente na coluna d'água em busca de luz e alimento. Tornam-se cada vez mais vorazes quando alimentadas com náuplios de *Artemia sp.* Morfologicamente, possuem 8 cerdas nos pares de maxilípedes e no télson. Ainda possuem fototaxia positiva, que é a capacidade de se locomover em direção à luz.

Já no *instar* Z₄, a larva está cada vez maior, possuindo 10 cerdas em seus maxilípedes, e 10 cerdas no télson, já sendo perceptíveis os pares de pleópodos em desenvolvimento, desde o segmento 2 até o 6. O cefalotórax já se encontra bem desenvolvido, diferindo-a facilmente dos *instars* anteriores, que ainda não sofreram ecdise devido a algum atraso biológico. Estão cada vez mais rápidas na coluna d'água, principalmente quando administrado náuplio de *Artemia sp.*

No último *instar* Z₅, as larvas de *Cardisoma guanhumi* estão bem maiores, sendo bastante nítidas as definições dos olhos compostos. É perceptível o tamanho do cefalotórax. A coloração laranja do intestino é visível, bem como a formação completa dos pares de pleópodos em seu abdômen. Morfologicamente, possuem 12 cerdas em seus pares de maxilípedes, o que as tornam ainda mais vorazes durante o processo de alimentação. O télson, todavia, apresenta apenas 10 cerdas.

Tornam-se cada vez mais velozes na coluna d'água, movimentando o abdômen rapidamente em movimentos verticais. Apesar de ainda serem planctófagas, já começam a apresentar hábitos bentônicos, principalmente, antecedendo muda para megalopa.

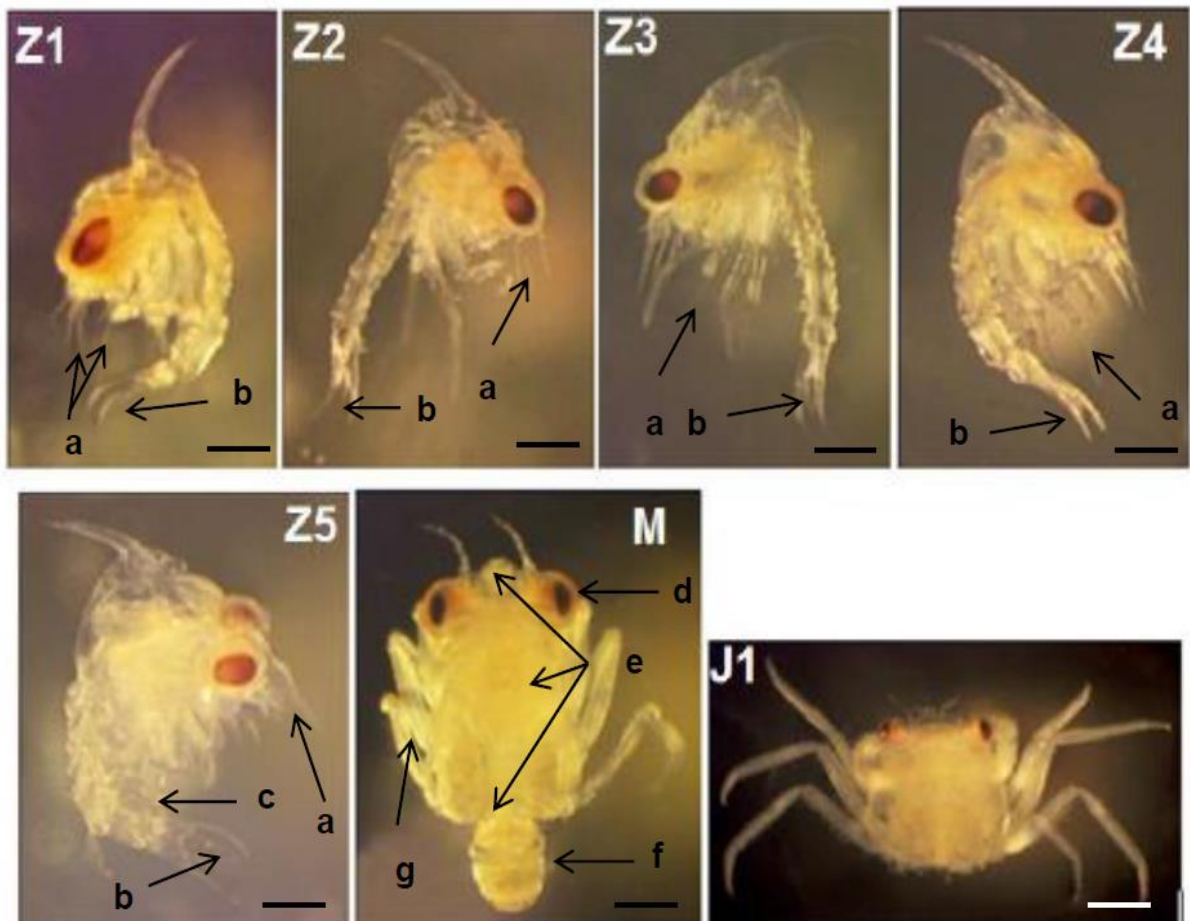
No estágio megalopa – etapa evolutiva entre a larva Z₅ e o 1º juvenil –, somem os espinhos rostral, dorsal e lateral. O cefalotórax já se assemelha ao de um caranguejo, porém o abdômen ainda é semelhante ao de uma larva. No início desse estágio nadam muito rápido no fundo do aquário (ou substrato), e em alguns momentos dão saltos, demonstrando que ainda possuem características larvais. Os olhos compostos começam a sofrer modificações para tornarem-se pedunculados, e seus pereopódos estão bem definidos, possibilitando-lhes o início da transição de larva planctônica para bentônica, já sendo possível ver um pequeno par de quelipódo, com própodo e dáctilo para aprisionamento do alimento.

Os megalopas são muito vorazes. Observou-se em laboratório a corrida de megalopa por náuplio de *Artemia sp.* recém eclodida. Para facilitar sua captura, também eram administrados náuplios refrigerados, uma vez que seu metabolismo ficava mais baixo, tornando-os mais lentos e fáceis de serem ofertados aos megalopas, estes já com hábitos bentônicos – próximo à ecdise para 1º juvenil.

À medida que metamorfoseavam para juvenil, eram transferidos para outro aquário, contendo uma parte de areia (substrato) e uma parte de água, com uma leve declividade, como forma de proporcionar aos pequenos animais semelhanças com seu *habitat* natural.

Também foi possível observar que se alimentam de outras larvas ainda atrasadas em seu processo de ecdise, por isso a importância em se transferir os megalopas para recipientes específicos, devido ao seu alto poder de canibalismo. No estágio juvenil, os animais já se tornaram caranguejos. A partir de então, sofrerão sucessivas mudas, até se tornarem adultos e estarem prontos para a reprodução, completando, assim, o completo desenvolvimento larval (Figura 13).

Figura 13 – Completo desenvolvimento larval, desde zoea₁ (com seus *instars* correspondentes, Z₂ a Z₅), metamorfoseando para a megalopa (M), e fechando o ciclo no estágio juvenil (J), onde **a**: maxilípedes (apêndices bucais); **b**: telson; **c**: formação dos pleópodos; **d**: olhos tornando-se pedunculados; **e**: regressão do espinho rostral, lateral e dorsal. Carapaça assemelhando-se a um caranguejo; **f**: abdômen segmentado, apresentando pleópodos na parte interna; **g**: pereiopódos bem definidos. (E=12,2 µm e 4,9 µm, respectivamente).



Fonte: fotomicrografias elaboradas no Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará – LIMCE/UFC.

Inicialmente, a ecdise dos juvenis ocorreu de forma rápida, entre 3 a 12 dias. Por volta do 9^o *instar*, a ecdise ocorreu 1 vez a cada mês e, por volta do 11^o *instar*, passou a ocorrer a cada 3 meses. Para que o *habitat* artificial se assemelhasse ao natural, foram colocadas pequenas pedras no fundo do aquário, na parte úmida. Foi observado que os animais, ao atingirem o 3^o *instar* juvenil, permaneciam sobre as pedras colocadas no fundo do aquário, com parte de seu corpo fora d'água, já apresentando adaptação ao ambiente terrestre. A partir dessas observações, os juvenis foram transferidos para outro aquário contendo substrato arenoso e, tão logo foram transferidos, os animais cavaram tocas (buracos) semelhantes aos dos adultos para se refugiarem. Também se observou hábito noturno idêntico aos adultos, uma vez que, durante o dia, os juvenis passavam a maior parte do tempo enterrada, só saindo de suas pequenas tocas no final da tarde, seguindo-se pela noite.

Em relação aos hábitos alimentares, antecedendo a muda, os juvenis de *Cardisoma guanhumi* ficavam enterrados e até rejeitavam o alimento oferecido. Após 1 ou 2 dias, a muda era encontrada na água. Quando pouco alimento era administrado aos juvenis, as exúvias eram digeridas. Apresentavam alto poder de canibalismo ao consumirem juvenis menores.

Em geral, as exúvias eram recolhidas para posteriores observações. Durante o desenvolvimento dos juvenis, foi observada mudança no padrão de coloração de suas carapaças, apresentando-se esbranquiçadas, quase transparentes, entre o 1^o e 5^o *instar*, tornando-se levemente marrons do 6^o ao 8^o *instar* e, por último, fixando a cor azul-lavanda, mais predominante para a espécie *C. guanhumi*, a partir do 9^o *instar* juvenil. Todavia, a cor roxo-amarelada também poderá ser encontrada nesse *instar* juvenil.

Em relação ao dimorfismo sexual, foi possível diferenciar machos de fêmeas a partir do 11^o juvenil. Externamente, a dimensão do abdômen entre machos e fêmeas era bastante semelhante. A diferença entre machos e fêmeas foi possível após exemplares dos juvenis morrerem (entre o 11^o e o 13^o *instar* juvenil), e serem abertos seus abdômens com uso de uma pinça. Nesta etapa, sua morfologia interna foi visualizada em relação aos órgãos sexuais e apêndices. Nos machos, os pleópodos são compostos de apenas um par; nas fêmeas, são bem volumosos, uma vez que é essa estrutura que segura os ovos da fecundação até a eclosão das larvas.

Ao final do experimento, foram encontrados 4 juvenis machos e 1 juvenil fêmea. A diferenciação ocorreu através da observação do pênis – identificando os machos – e dos pleópodos bem formados, identificando a única fêmea cultivada em laboratório, desde a eclosão. Foram obtidos 3 juvenis no 13^o *instar*, 1 juvenil no 12^o *instar* e 1 juvenil no 11^o *instar*. Estes juvenis morreram sem completar muda para o 14^o *instar*. É provável que o alimento ofertado aos juvenis já não atendesse as suas exigências nutricionais, apesar de esta ter sido consumida diariamente. Além disso, presume-se que o próprio *habitat* artificial não tenha oferecido as devidas condições de crescimento para esses juvenis. Sabe-se que, em ambiente natural, costumam migrar em busca de alimento diverso, como, por exemplo, folhas de mangue – e possuem hábito predominantemente herbívoro. Os períodos intermuda e as larguras de carapaça correspondentes podem ser visualizados no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores de larguras médias das carapaças de juvenis de *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828.

<i>Instar</i> Juvenil	Largura da carapaça (mm)
1 ^o	2,13
2 ^o	2,52
3 ^o	3,25
4 ^o	3,96
5 ^o	5,07
6 ^o	6,13
7 ^o	7,04
8 ^o	7,67
9 ^o	9,13
10 ^o	10,05
11 ^o	10,24
12 ^o	14,00
13 ^o	16,40

Fonte: elaborado pela autora

A Figura 14 apresenta a seqüência de juvenis de *Cardisoma guanhumi* do 9º *instar* (quando definem a cor azul-lavanda), até o 13º *instar* (maior *instar* juvenil a sobreviver em condições laboratoriais).

Figura 14 – Sequência do desenvolvimento de juvenis do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, do 9º ao 13º *instar* juvenil.

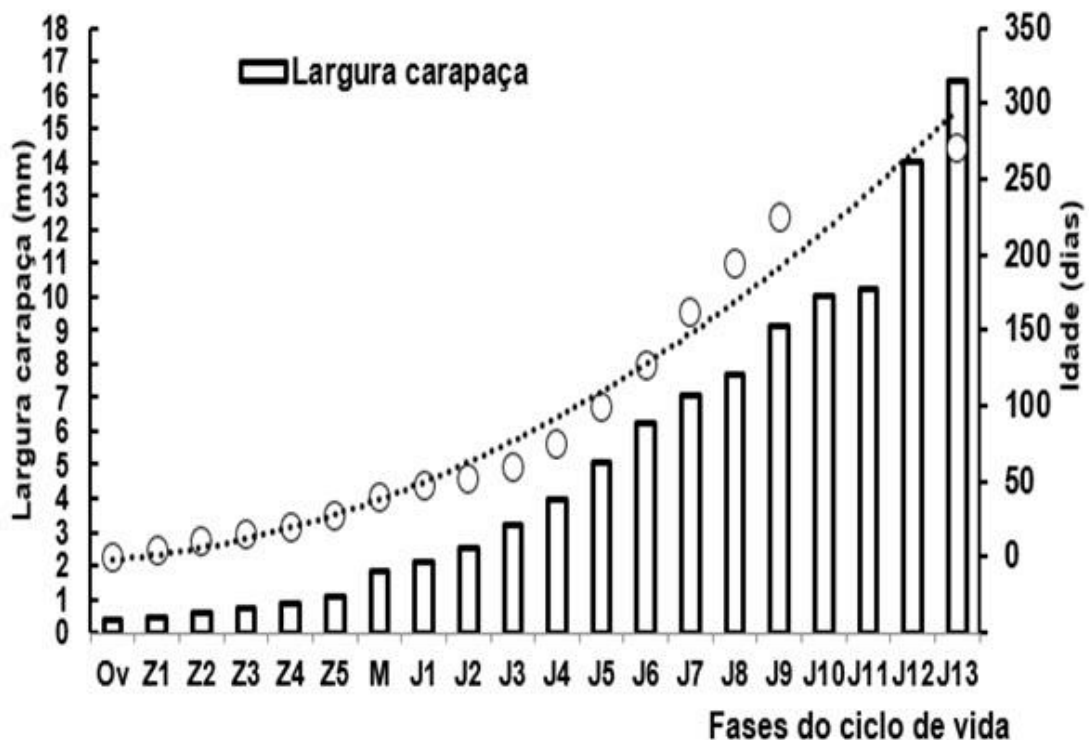


Fonte: elaborada pela autora

4.8 Idade e crescimento

A espécie *Cardisoma guanhumi* apresentou um crescimento descontínuo através de mudas sucessivas, ocorridas durante todo o período de estudo em cativeiro, em condições de laboratório (Figura 15).

Figura 15 – Relação entre a largura da carapaça (LC) e a idade (dias) a partir da eclosão da larva do ovo (Ov) e as diferentes fases do ciclo de vida do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em cativeiro (Z₁, Z₂, Z₃, Z₄ e Z₅ – instars zoeae; M – larva megalopa; J₁ até J₁₃ – instars juvenis). Observa-se a tendência dos valores da idade (linha descontinua).



Fonte: elaborada pela autora

O incremento do período de intermudas (PI) acompanha a idade (dias) do animal, estando relacionado com o tamanho do caranguejo e mostrando uma tendência positiva desde a primeira larva zoea (Z₁) até o último estágio da fase juvenil (J₁₃), que foi obtido aos 270 dias (nove meses).

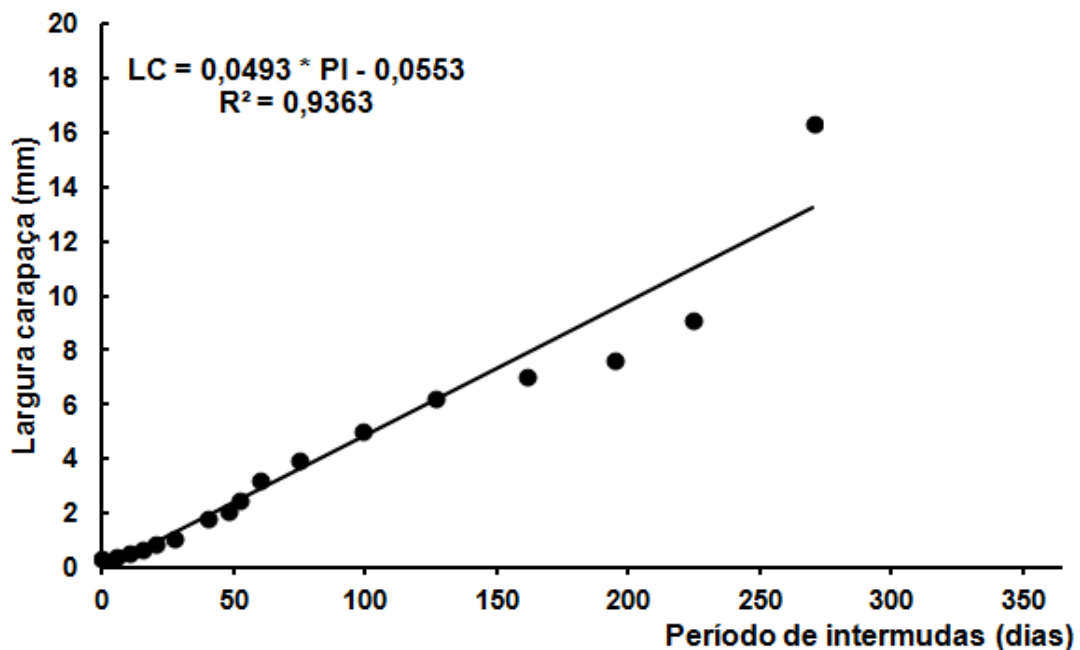
Os resultados do crescimento relativo nesta espécie coincidem com os relatos de Bond e Buckup (1988) em *Macrobrachium borelii*. Referidos autores mencionam que, para ambos os sexos, ocorre uma redução da velocidade média do ciclo da intermuda, quando o comprimento do animal se torna maior, afetando a velocidade de aludido ciclo.

Uma relação altamente significativa foi observada entre o período de intermuda e o tamanho do animal (Figura 16) em ambos os sexos (N = 17; $R^2 = 0,9363$; $P < 0,05$).

A largura da carapaça (LC) também mostrou uma relação altamente significativa (N = 17, $R^2 = 0,9363$, $P < 0,01$) com o período de intermuda (PI). Nas fases pré-adulta e adulta, foi feita uma previsão dos períodos de intermudas (PI), a partir da equação teórica que relaciona LC x PI (Figura 17).

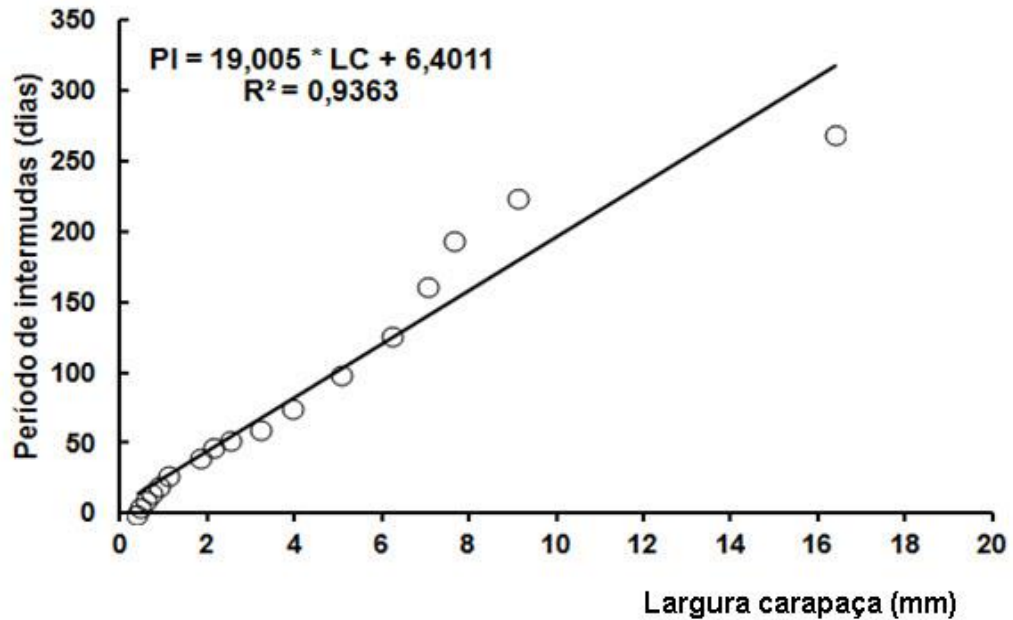
Por exemplo, considerando que, na idade 1 (365 dias), o caranguejo tenha aproximadamente 18 mm (LC), estimou-se os demais PI e LC ao longo de 6 anos, a partir da equação $LC = 0,0493 \cdot PI - 0,0553$, os quais foram representados no Quadro 4.

Figura 16 – Relação entre o período de intermuda (PI) e a largura da carapaça (LC) do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, em cativeiro.



Fonte: elaborada pela autora

Figura 17 – Relação entre a largura da carapaça (LC) e o período de intermuda (PI) do guaiamum, *Cardisoma guanhum*, Latreille, 1828, em cativeiro.



Fonte: elaborada pela autora

Quadro 4 – Estimativas da largura da carapaça (LC) a partir do período de intermudas (PI) por anos. Espécie *Cardisoma guanhum*, Latreille, 1828.

Idade (Ano)	PI (Dias)	LC (mm)
1	365	18
2	730	36
3	1095	54
4	1460	72
5	1825	90
6	2190	108

Fonte: elaborado pela autora

Uma elevada relação significativa ($R^2 = 0,9799$, $P < 0,05$) foi observada entre a variável independente X (idade) e o valor da variável dependente Y ($-\ln(1 - LC(t) / LC_\infty)$). A relação foi realizada entre as idades 1 e 6, que são as mais representativas na região de estudo dos caranguejos.

A equação resultante é: $LC = 0,37 * X(\text{idade}) - 0,3897$(equação 1)

$R^2 = 0,9274$; $N = 6$

$LC = (-\ln(1 - LC(t) / LC_\infty))$

$LC(t)$ = largura carapaça à idade t.

$K = 0,37$ (constante de crescimento).

$X(\text{idade})$ = idade em anos

Postula-se que a largura assintótica da carapaça (LC_∞) representa a média dos animais mais velhos da população. Além disso, o diâmetro das tocas está relacionado com a LC, ao existir uma proporção aproximada de 1:1 entre o diâmetro da toca e a largura da carapaça, de acordo com os resultados de Tureli *et al.*, (2009) para o caranguejo fantasma, *Ocypode cursor*. Govender e Rodríguez-Fourquet (2015) determinaram uma regressão linear entre o diâmetro da toca (DT) e a largura da carapaça ($LC = 15,944 + 0,678 * DT$) em *Cardisoma guanhum* do Porto Rico.

Segundo a equação anteriormente citada, os diâmetros máximos das tocas (143 e 174 mm) obtidos no presente estudo correspondem às máximas larguras da carapaça de 113 mm e 134 mm, respectivamente, e o valor médio calculado dos animais mais velhos foi de 123 mm (LC_∞).

Para calcular t_0

$t_0 = t + 1/0,37 * (\ln(123 - 0,47) / 123)$

$t_0 = 0,105$ (idade da larva quando $Le = 0,47$ mm (Z_1))

A equação de Von Bertalanffy está expressa como:

$LC = LC_\infty * [1 - \exp(K * (t - t_0))]$

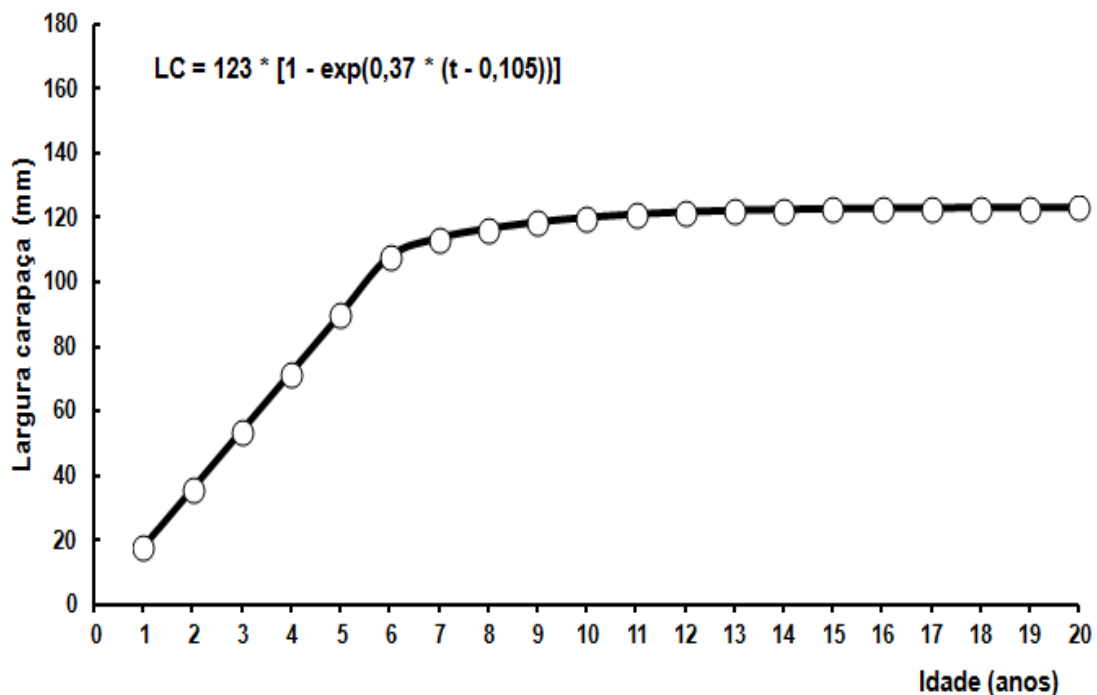
$LC = 123 * [1 - \exp(0,37 * (t - 0,105))]$(equação 2)

A curva de crescimento (Figura 18) do caranguejo *C. guanhum* apresenta larguras da carapaça para as idades entre 1 e 6 anos com a equação 1. Foi utilizada a equação de Von Bertalanffy (equação 2) para calcular as larguras da carapaça das idades entre 7 e 20 anos. A curva de crescimento mostra um valor de $K = 0,37$ alto, indicando uma velocidade de crescimento relativamente elevada até os 6 anos de

idade, que diminui com o passar dos anos. A longevidade, todavia, é elevada ($LC_{\infty} = 123$ mm), alcançando idade máxima aproximada entre 15 e 20 anos.

Esses valores indicam que tanto o *Cardisoma guanhumi* como as lagostas são de ciclo de vida longo. De acordo com Battacharya (1967), a curva é para ambos os sexos, embora reconheça-se a necessidade de uma amostragem por gênero com uma frequência mensal durante vários anos, onde sejam representados todos os tamanhos para identificar as diferentes coortes através da separação das distribuições normais de frequências.

Figura 18 – Curva de crescimento baseada na largura da carapaça por idade para o caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828.



Fonte: elaborada pela autora

A curva de crescimento de Von Bertalanffy relacionada com a largura da carapaça sugere que o coeficiente de crescimento (K) determina a forma da curva e a longevidade da espécie. Ivo (1996) citou que a lagosta brasileira *Panulirus argus* tem um crescimento relativamente elevado, com $K = 0,24$, embora as estimativas de K em outras regiões do Caribe possam variar entre 0,20 e 0,30 (LEOCÁDIO; CRUZ,

2008). Para o *Cardisoma guanhumi*, a taxa de crescimento $K = 0,37$ é maior que a das lagostas, mas com uma longevidade menor.

Para o caranguejo dulcícola, *Dilocarcinus pagei*, Taddei e Herrera (2010) obtiveram curvas para machos e fêmeas, as quais foram, respectivamente, $LC = 55,36$ mm e $LC = 63,65$ mm. Os mesmos autores também citaram que as fêmeas apresentaram taxa de crescimento e tamanho máximo maior do que os machos. Referido fato é explicado, provavelmente, pela necessidade de maior espaço para o desenvolvimento das gônadas nas fêmeas, de modo a disponibilizar maior número de indivíduos reprodutivos em menor espaço de tempo.

4.9 Descrição do ciclo de vida

O ciclo de vida do *Cardisoma guanhumi* tem início a partir da fecundação dos ovos, cujo diâmetro varia entre 0,38 e 0,42 mm, com um valor médio de 0,40 mm \pm 0,008 (média \pm intervalo de confiança de 95%). Os animais eclodem como larva zoea, completando seu desenvolvimento ontogenético até se transformarem em juvenil.

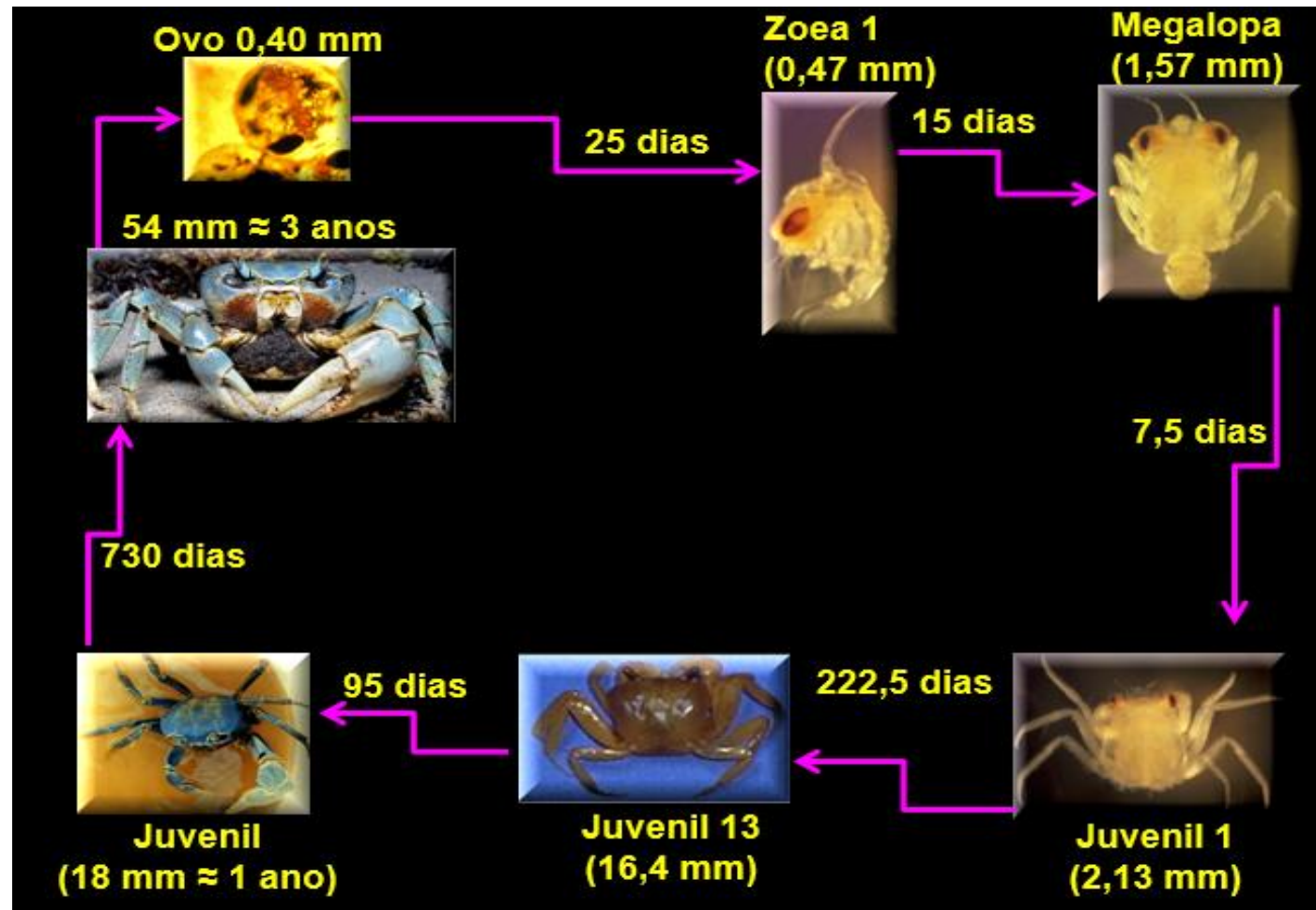
Em condições de laboratório, a cada 5 dias, passam por cinco *instars* larvais (Zoea₁ até Zoea₅), e aos 40 dias posteriores ao nascimento se metamorfoseiam em larva megalopa (média 1,57 mm de LC). Após 7,5 dias, a larva megalopa se transforma em primeiro estágio juvenil (J₁, com LC médio de 2,13 mm), aos 47,5 dias depois do nascimento. As larvas permanecem em águas rasas marinhas e/ou estuarinas por um período aproximado de 47 dias.

No caso do *C. guanhumi*, as larvas conseguem sobreviver em uma grande faixa de salinidade entre 15 e 45, provavelmente como estratégia de sobrevivência desenvolvida durante sua evolução. Espécimes adultos tem alto poder osmótico, adaptando-se em ambientes com água exclusivamente doce e ali permanecendo por muito tempo.

Para o *C. guanhumi* cultivado em ambiente laboratorial, foram observadas mudas sucessivas para o estágio juvenil até o 13^o *instar*, mas nunca para os animais adultos, sem que isso comprometesse sua sobrevivência, demonstrando que esses animais podem estabilizar o processo de ecdise em dado momento de vida, sem alterar sua longevidade.

Os juvenis (entre J_1 e J_{13}) permanecem em águas rasas durante 222,5 dias. O 13º *instar* juvenil (J_{13} , com média de LC de 16,4 mm) alcança a idade de 270 dias (nove meses), realiza mudas sucessivas durante 95 dias até alcançar um ano de idade (18 mm, LC), o que se denomina “pré-recruta”. Aos três anos de idade, aproximadamente, alcança os 54 mm (LC) para ambos os sexos (Figura 19).

Figura 19 – Esquema do ciclo de vida do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1828, no Nordeste do Brasil.



Fonte: elaborada pela autora

5 CONCLUSÕES

1. A toca do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* apresentou diâmetro médio de $62,05 \pm 3,01$ mm, dentro do intervalo de 12 a 173 mm, sendo a classe modal de 60 mm, indicando estreita relação entre diâmetro da toca (DT) e largura da carapaça (LC).

1. A distribuição das tocas ocorreu ao longo de toda a península de forma bastante homogênea. Estatisticamente, a densidade média (DM) do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, no intervalo de 16 meses variou entre as Regiões Sul, Central e Norte da área estudada, com valores de 0 a 0,56 indivíduos m^{-2} ; 0,36 a 1,17 indivíduos m^{-2} ; e 0,19 a 0,56 indivíduos m^{-2} , respectivamente. Adensidade média (DM) foi diferente entre as regiões, sendo a menor DM registrada na Região Sul (0,30 indivíduos m^{-2}).

2. Tamanho da área, tipo de vegetação e sua dispersão, assim como o tipo de solo e a proximidade ou não com a água do rio podem estar relacionados à abundância dos animais na área de estudo. Os animais apresentaram defasagem de dois meses em relação à pluviosidade acumulada (PA), por permanecerem pouco tempo em suas tocas (Dtf), indicando constante atividade.

3. Através de abordagem exploratória, a previsão do tamanho da população para a Península de Imburana foi de 10.362 animais (para uma área total de 26.700 m^2), com densidade média de 0,39 indivíduos m^{-2} .

4. A incubação dos ovos de guaiamum, *C. guanhumi*, ocorre em média com 17 dias. Após a eclosão, as larvas zoeae apresentam 5 *instars* larvais, um estágio megalopa, e sucessivas ecdises do estágio juvenil até a fase adulta. A ecdise do juvenil 1 ocorre em torno de 12 dias. No 9º *instar*, a ecdise ocorre 1 vez a cada mês e, no 11º *instar*, ocorre a cada 3 meses. Em relação a sua coloração, apresentam-se esbranquiçados, quase transparentes entre o 1º e 5º *instar*, tornando-se levemente marrons do 6º ao 8º *instar*. A cor azul-lavanda ocorre partir do 9º *instar* juvenil, e o dimorfismo sexual ocorre no 11º *instar* juvenil. Ocorreu sucesso na ecdise até o 13º *instar* juvenil, em laboratório.

5. O guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, cresce de forma irregular através de sucessivas mudas, atingindo a fase adulta com aproximadamente 3 anos de idade e tendo uma longevidade aproximada de 15 a 20 anos de idade, com crescimento lento, e $LC_{\infty} = 123\text{mm}$.

RECOMENDAÇÕES

Devido ao importante papel ecológico do guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, dentro da cadeia alimentar, bem como na ciclagem de nutrientes no ecossistema manguezal, novas pesquisas acerca do crustáceo serão de fundamental importância, como forma de obtenção de dados ecológicos e biológicos da espécie.

Além disso, em virtude da carência de dados estatísticos sobre a captura e a exploração desse recurso em toda sua faixa de ocorrência, sugere-se uma nova reunião de ordenamento da captura do *C. guanhumi*, enfatizando a obtenção de dados de campo e a orientação a catadores através de capacitações e/ou palestras educativas sobre a importância desse recurso para o equilíbrio do ecossistema manguezal.

E, por último, os catadores de caranguejos não têm acesso à informação científica. Atividades de extensão serão de fundamental importância para a comunidade pesqueira e marisqueira do Município de Macau/RN. Como exemplos de referidas atividades, teremos: a) apresentação de informações acerca do completo desenvolvimento larval e da abundância do guaiamum no ambiente natural, com uso de microscópio nas instituições de ensino superior e técnico ou em campo; b) divulgação de trabalhos desenvolvidos durante eventos técnicos e científicos abertos à comunidade; c) ações no próprio ambiente manguezal, como forma de aprendizado sobre a importância não apenas ecológica, mas também econômica, da espécie *C. guanhumi*.

Presume-se que os catadores – marisqueiros e marisqueiras – conhecem apenas o animal adulto, desconhecendo o completo ciclo de vida desses animais. Ao serem informados sobre aludido ciclo, espera-se que desenvolvam suas atividades econômicas de forma sustentável.

A atividade extrativista em ambientes costeiros e estuarinos tem fundamental importância em relação à captura de organismos aquáticos, assim como apresenta importância social direta em face daqueles que vivem da atividade de extração, seja de mariscos, de caranguejos e de diferentes espécies de peixes, por isso a importância das atividades científicas serem feitas em parceria com o setor pesqueiro.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, F. A.; MENDES, L. N.; LIMA, T. B.; YAMAMOTO, S. O.; OGAWA, C. Y.; OGAWA, M. Cultivo do caranguejo terrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) do ovo ao estágio juvenil. **Revista Científica de Produção Animal**, Fortaleza, v.2, n. 02, p.190-197, 2000.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Z.**, 22, 2013.
- ALVES, M. I. M Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 85-91, 1975.
- ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciência**. Vol. 27(3): 110-117, 2002.
- AMARAL, A.C.Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, 19(3):331-349, 2005.
- AMARAL, M. R. X.; ALBRECHT, M.; MCKINLEY, A. S.; CARVALHO, A. M. F.; SOUSA JUNIOR, S. C.; DINIZ, F. M. Article Mitochondrial DNA Variation Reveals a Sharp Genetic Break within the Distribution of the Blue Land Crab *Cardisoma guanhumi* in the Western Central Atlantic. **Molecules**. 20, 2015.
- ARROYAVE-RICÓN, A.; AMORTEGUI-TORRES, V.; BLANCO-LIBREROS, J. F.; TABORDA-MARÍN, A. 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. **Actualidades Biológicas**. Volumen 36/ Numero 100, 2014.

BATTACHARYA, C. G. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. **Biometrics**, 23:115-135,1967.

BOND, G.; I. BUCKUP, P. O ciclo da intermuda em *Macrobrachium borelii* (Nobili, 1896) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae): a influência da temperatura e do comprimento do animal. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5 (1): 45-59,1988.

BRANCO, J. O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763) (crustacea, decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, BR. **Arq. Biological Tecnol.**, 36 (1): 133-148, 1993.

BRANCO, J. O. Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC – Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 165-179, 1991.

BRANCO, J. O; MASUNARI, S. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Curitiba, 60 (1): 17-21. 2000.

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**, n. 220, 1972.

BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B. R. **Biology of the Land Crabs**. Cambridge University Press. 464p. 2009.

CARMONA-SUÁREZ , C. A.; CASTRO, E. G. Comparison of three quick methods to estimate crab size in the land crabs *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 and *Ucides cordatus* (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae and Ucididae). **Revista Biol. Trop.** (*Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744*), vol. 60 (Suppl. 1), pp. 139-149, 2012.

CARMONA-SUÁREZ, C. A. Present status of *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) populations in Venezuela. **Interciência**, Caracas, vol. 36 nº 12, 2011.

CONHOLATO, F. A.; STERZA, J. M.; FERNANDES, F. L. Efeitos combinados de temperatura e salinidade no desenvolvimento larval de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Decapoda: Gecarcinidae) em laboratório. **Boletim da Associação Brasileira de Biologia Marinha**, vol. 5, nº 1, jan/fev/mar/abr., 2012.

COSTLOW JR., J. D.; BOOKHOUT, C. G. The complete larval development of the land-crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille in the laboratory (Brachyura, Gecarcinidae). **Crustaceana**, Leiden, Suppl.2, p. 259-270, 1968a.

COSTLOW JR., J. D.; BOOKHOUT, C. G. The Effect of Environmental Factors on Development of the Land-Crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille. **Amer. Soc. Zoologists**, 8:399-410, 1968b.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Macau, Estado do Rio Grande do Norte / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Júnior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em:
<<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/PDMA112.PDF>>. Acesso em: 26out. 2016.

CRUZ, R.; SILVA, K. C. A.; GAETA, J. C.; SANTANA, J.V. M; CINTRA, I. H. A. Reproductive potential and stock recruitment of the Caribbean and Brazilian metapopulations of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804). **Crustaceana**, 87(11-12): 1315-1337, 2014.

CUESTA, J. A.; ANGER, K. Larval morphology and salinity tolerance of a land crab from West Africa, *Cardisoma armatum* (brachyura: grapsoidae: gecarcinidae). **Journal of Crustacean Biology**, 25(4): 640-654, 2005.

DADOS METEOROLÓGICOS DE MACAU-RN. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmepestação>>. Acesso em: 30 out. 2016.

DIGGLE, P. J. Time series: a biostatistical introduction. **Oxford: Clarendon Press**, 1990.

DINIZ, J. A. S. **Da lama ao caos, do caos à lama: estudo antropológico dos impactos da chegada da doença do caranguejo letárgico ao litoral Capixaba**. Dissertação apresentada ao Centro de Ciências do Homem da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF Campos dos Goytacazes – RJ, 171p, julho de 2006.

DONATO, C. R.; BARRETO, E. A.S.; SILVA, E. J.; ALMEIDA, E. A. B.; DANTAS, M. A. T. Ocorrência de *Cardisoma guanhumí* (decapoda, gecarcinidae) na caverna de Pedra Branca, Maruim, Sergipe. **Direto do Centro da Terra** 1(1): 46, Centro da Terra: Grupo Espeleológico de Sergipe 44, 2007.

FERNANDES, L. D. A.; BONECKER, S. L. C. Fases do desenvolvimento larvar e metamorfose em crustacea decapoda – Artigo de Revisão. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias - RJ, v.1, n.2, p.11-17, julho-dezembro 2006.

FOALE, S. Local ecological knowledge and biology of the land crab *Cardisoma hirtipes* (Decapoda: Gecarcinidae) at west Nggela, Solomon Islands, **Pacif. Sci.** 53 (1): 37-49, 1999.

FONTELES-FILHO, A. A. Biologia populacional. In: _____ **Recursos pesqueiros, biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, p. 01-16, 1989.

FORSEE, R.A.; ALBRECHT, M. Population estimation and site fidelity of the land crab *Cardisoma guanhumí* (decapoda: brachyura: gecarcinidae) on Vieques Island, Puerto Rico. **Journal of Crustacean Biology**. 32(3), 435-442, 2012.

GIFFORD, C. A. Some observation on the general biology of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille), in South Florida. **Biological Bulletin**, New York, v.123, p. 207-223, 1962.

GIL, L. S. **Aspectos biológicos do caranguejo *Cardisoma guanhumi*, (LATREILLE, 1825) (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) no núcleo de Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, litoral do Estado de São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo-SP, 45p, 2010.

GOVENDER, Y.; RODRÍGUEZ-FOURQUET, C. Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico. **ResearchGate**, n.01, p. 203-208, 2015.

HENNING, H.G. Aggressive, reproductive and molting behavior – Growth and maturation of *Cardisoma guanhumi*, Latreille (Crustacea, Brachyura). **Forma et Functio**, 8: 463-510, 1975.

HERNÁNDEZ-MALDONADO, A. **Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumi*(Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz.** Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, 87p, 2013.

HERNÁNDEZ-MALDONADO, A.; CAMPOS, N.H. C. Estado actual de la población adulta del cangrejo semiterrestre *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en la isla de San Andrés, Caribe Colombiano. **Bol. Invest. Mar. Cost.**, Santa Marta, Colombia, vol. 44 (1), p. 185-198, 2015.

HERREID II C. F.; GIFFORD, C. A. The Burrow Habitat of the Land Crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille). **Ecology**, vol. 44, nº.4, pp. 773-775, 1963.

HILL, K. Indian River Lagoon Species Inventory (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825). **Smithsonian Marine Station**, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaiamum e do Siri-Azul**. José Dias Neto, organizador. Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros. Brasília: Ibama, 156p, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa IBAMA nº 90, de 02 de fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0090-020206.PDF>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES. 2016. Avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014 Itajaí (SC): CEPSUL. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2016_avaliacao_crustaceos_2010_2014.pdf>. Acesso em: 30 set. 2016.

IVO, C. T. C. **Biologia, pesca e dinâmica populacional das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Crustacea, Palinuridae), capturadas ao longo da plataforma continental do Brasil entre os Estados do Amapá e Espírito Santo**. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos - São Carlos-SP, 120p, 1996.

KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; MOREIRA, FRANCISCO N.; SILVA JR, DEMARQUES R.; VERANI JOSÉ R. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, 98(2):231-235, 30 de junho de 2008

LEOCADIO, A. M.; CRUZ, R. Growth parameters of the spiny lobster (*Panulirus argus*) in the Great Caribbean: A review. **Re. Invest. Mar.** 29(3): 239-248, 2008.

LIMA, J. F., ALVES, S. T. M., FERNANDES, M. E. B., VIEIRA, I. M. First records of *cardisoma guanhumii* (decapoda, brachyura, gecarcinidae) from the coast of brazilian amazonia, **Crustaceana**, Leiden, 82 (11): 1463-1468, 2009.

LIMA, G. V.; OSHIRO, L. M. Y. Crescimento somático do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em laboratório. **Sér. Zool.**, Porto Alegre, 96 (4): 467-472, 30 de dezembro de 2006.

Macau e Porto do Mangue – Estado do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 05 set. 2015.

MELO, G. A. S. Família Gecarcinidea. **Manual de Identificação dos brachyura (caranguejos e siris) do litoral Brasileiro**, p. 480-481, Editora Plêiade São Paulo, 1996.

MENDES, L. N. **Reprodução do caranguejo guaiamum *Cardisoma guanhumii* LATREILLE, 1825, (CRUSTACEA, DECAPODA) capturado em manguezais do Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Pesca. Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará – Fortaleza-CE. 43f, 2004.

MINNS, C. K. Quantifying 'no net loss' of productivity of fish habitats. **Can.J. Fish.Aquat. Sci.**, 54: 2463-2473, 1997.

NAKAMURA, T. I. **Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (L., 1763), Crustácea - Brachyura, da baía de Paranaguá.** Dissertação de Mestrado em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 82f.1979.

OLIVEIRA-NETO, J. F.; BATISTA, E.; METRI, R.; METRI, C. B. Local distribution and abundance of *Cardisoma guanhumii* Latreille, 1928 (Brachyura: Gecarcinidae) in southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, vol. 74, no. 1, p. 1-7, 2014.

PETRIELLA, A. M.; BOSCH, E. E. Crecimiento en crustaceos decapodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. **Invest. Mar. Valparaiso**, 25: 135-157, 1997.

PINHEIRO, A. P.; LINS-OLIVEIRA, J. E. Reproductive biology of *Panulirus echinatus* (Crustacea: Palinuridae) from São Pedro and São Paulo Archipelago, Brazil. **Nauplius** 14: 89-97, 2006.

PINHEIRO, M. A. A.; HATTORI, G. Y. Embriologia do Siri *Arenaeus cribrarium* (Lamarck) (Crustacea, Brachiuria, Portunidae). **Rev. Brasil. Zool.** 19 (2): 571-583, 2002.

PINHEIRO, M.A.A.; SANTANA, W.; RODRIGUES, E.S.; IVO, C.T.C.; SANTOS, L.C.M.; TORRES, R.A.; BOOS H.; DIAS-NETO, J. Avaliação dos Caranguejos Gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). Cap. 13: p. 167-181. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466p, 2016.

RANDALL, R. G.; MINNS, C. K. Comparison of a habitat productivity index (HPI) and an index of biotic integrity (IBI) for measuring the productive capacity of fish habitat in nearshore areas of the Great Lakes. **J. Great Lakes Res.**, 28(2): 240-255, 2002.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada** No. 191, 1975.

RODRIGUEZ, G. **Los Crustaceos Decapodos de Venezuela**. Instituto Venezolano de Investigación Científica, Caracas, p. 400-401, 1980.

RODRIGUEZ-FOURQUET, C.; SABAT, A. M. Effect of harvesting, vegetation structure and composition on the abundance and demography of the land crab *Cardisoma guanhumí* in Puerto Rico. **Wetlands Ecol Manage**, vol. 17, pp.627–640, 2009.

RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 6, n.1, p.147-166, 1989.

SANTOS, T. O.; ANDRADE, K. V. S.; SANTOS, H. V. S.; CASTANEDA, D. A. F. G.; SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, M. J. C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**, VOL. 8, nº.4, Aracaju-SE, 2012.

SEBER, G. A. F. The estimation of animal abundance and related parameters, 2nd Ed. **Charles Griffin and Co.**, London, 1982.

Shinozaki- Mendes, R. A. **Biologia reprodutiva do guaiamum, *Cardisoma Guanhumi latreille, 1828 (decapoda: gecarcinidae) na região de Aracati/CE.*** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura. 2008a. 90 f.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; SANTANDER-NETO, J.; HAZIN, F. H. V.; SILVA, J. R. F. Alometria do guaiamum, *Cardisoma guanhumii*, LATREILLE, 1828 (Decapoda, Gecarcinidae) no estuário do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, vol. 3, p. 24-27, 2008b.

SILVA, C. C.; SCHWAMBORN, R. C.; LINS-OLIVEIRA J.E. Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumii* (Latreille 1828) (Crustacea: Gecarcinidae). **Braz. J. Biol.**, São Carlos, vol.74, nº 4, 2014.

SILVA, R. **Bioecologia e adaptabilidade em cativeiro do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumii*, Latreille, 1825, Crustacea/Decapoda/Brachyura) da Baía de Sepetiba – RJ.** 77 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998.

SILVA, R.; OSHIRO, L. M. Y. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi*, Latreille (Crustacea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil, **Revta.Bras. Zool.** 19 (Supl. 1): 71-78, 2002.

SILVEIRA, A.R.; RYSEVAS, A.; GRABOWSKI, R. C. NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Crescimento e longevidade de *Ocypode quadrata*, Fabricius 1798 (Decapoda, Ocypodidae) em duas praias arenosas do Sudeste do Brasil. *In: XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL*, São Lourenço-SP, 2p, 2015.

SIMITH, D. J. B.; DIELE, K. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. **Acta Amazônica**. Vol. 38(2): 345 – 350, 2008.

SIMÕES-COSTA, M. S.; PACHECO, C.; NAZARI, E. M.; MÜLLER, Y. M. R; AMMAR, D. Estagiamento de embriões de *Macrobrachium olfersi* (Wiegman) (Crustacea, Palaemonidae) através de critérios morfológicos nos dias embrionários. **Revista de Zoologia**, 22 (2): 501-508, junho/2005.

TAISSOUN, E. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela. **Bol. Centr. Invest. Biol.** Vol.10, p.1-36, 1974.

TAKAHASHI, M. A. **Conhecimentos locais e a cadeia produtiva do goiamum (*Cardisoma guanhumi*, Latreille, 1825) no litoral paraibano**. Dissertação de Mestrado no Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA-UFPB. João Pessoa, 76p, 2008.

TURELI, C.; DUYSAK, O.; AKAMCA, E.; KIYAGI, V. Spatial Distribution and Activity Pattern of the Ghost Crab, *Ocypode cursor* (L., 1758) in Yumurtalik Bay, North-Eastern Mediterranean-Turkey. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. 8 (1): 165-171, 2009.

TURKAY, M. Die Gecarcinidae Asiens und Ozeaniens. **Senckenb. Biol.** 55: 223-259, 1974.

TURKAY, M.; SAKAI, K. Die Gecarcinidaevon Japan (Crustacea, Decapoda). **Res. Crustacea**.7: 11-22, 1976.

VÁZQUEZ-LÓPEZ, H.; VEGA-VILLASANTE, F.; RODRÍGUEZ VARELA, A. C.; CRUZ-GÓMEZ, A. Population density of the land crab *Cardisoma crassum* Smith, 1870 (Decapoda: Gecarcinidae) in the estuary El Salado, Puerto Vallarta, , Mexico ISSN 2348 – 0319. **International Journal of Innovative and Applied Research**, Volume 2, Issue (8): 1-9, 2014.

VERNBERG, F. J.; VERNBERG, W. B. Environmental adaptations. **The biology of Crustacea**, v. 8, Academic Press, 1983.

WARREN, J. H. Role of burrows as refuges from subtidal predators of temperate mangrove crabs. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 67, p. 295-299, 1990.

WOLFRATH, B. Burrowing of the fiddler crab *Uca tangeri* in the Ria Formosa in Portugal and its influence on sediment structure. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** vol. 85, p. 237-243, 1992.

YALDWYN, J.C.; WODZICKI, K. Systematic and ecology of the land crabs (Decapoda: Coenobitidae, Grapsidae and Gecarcinidae) of the Tokelau Islands, Central Pacific, Washington (U.S.A.). **Atoll Research Bulletin**. 235: 1-53. 1979.