



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

NAYARA GURGEL DE MOURA

**BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA E PADRÃO DE OCUPAÇÃO
DE CONCHAS DE GASTRÓPODOS POR *CLIBANARIUS ANTILLENIS*
STIMPSON, 1859 (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) NA PRAIA DE
BAIXA GRANDE (AREIA BRANCA/RN)**

MOSSORÓ-RN
2016

NAYARA GURGEL DE MOURA

**BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA E PADRÃO DE OCUPAÇÃO
DE CONCHAS DE GASTRÓPODOS POR *CLIBANARIUS ANTILLENSIS*
STIMPSON, 1859 (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) NA PRAIA DE
BAIXA GRANDE (AREIA BRANCA/RN)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de pesquisa: Ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos.

Orientador: Prof. Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra.

MOSSORÓ-RN
2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M929b Moura, Nayara Gurgel.
BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA E PADRÃO DE OCUPAÇÃO DE CONCHAS DE GASTRÓPODOS POR CLIBANARIUS ANTILLENIS STIMPSON, 1859 (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) NA PRAIA DE BAIXA GRANDE (AREIA BRANCA/RN) / Nayara Gurgel Moura. - 2016.
101 f. : il.

Orientador:Luis Ernesto Arruda Bezerra.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2016.

1. Caranguejo-eremita. 2. estrutura populacional. 3. utilização de conchas. 4. mudanças climáticas. I. Bezerra, Luis Ernesto Arruda, orient. II. Título.

Esta dissertação foi submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação, outorgado pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Nayara Gurgel de Moura
Nayara Gurgel de Moura

Defendida em, 11 / 03 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Luis Ernesto Arruda Bezerra
Prof. Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra
Instituto de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
(Orientador)

Inês Xavier Martins
Profa. Dra. Inês Xavier Martins
Departamento de Ciências Animais
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(Examinadora)

Rodrigo Silva da Costa
Prof. Dr. Rodrigo Silva da Costa
Departamento de Ciências Animais
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(Examinador)

Aos meus amados pais Felício e Dorinha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por sempre ouvir minhas orações e me permitir concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço especialmente ao meu orientador, o professor Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra por ter aceito me orientar, por toda dedicação a pesquisa e pela excelente orientação.

À Prof. Dra. Inês Martins e ao Prof. Dr. Rodrigo Costa por terem aceito participar da minha banca examinadora e pelas grandes contribuições que darão ao fim desse processo.

À Amanda Jácome e Marília Costa por terem tido a gentileza de ceder o material de estudo.

À Amanda Faustino e Ravena Alves pelo auxílio nas atividades laboratoriais.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação por todos os ensinamentos transmitidos em sala de aula.

Ao CNPQ e CAPES pelo auxílio financeiro e a UFERSA pela estrutura dos laboratórios e equipamentos.

Aos meus pais Felício e Dorinha por todo amor, apoio e incentivo em todos os momentos. A minha irmã Nayana Gurgel por não ter me deixado desistir e me encorajar a ir além.

À Lia Carolina por toda ajuda e incentivo durante os momentos difíceis e por me fazer acreditar no meu potencial e capacidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	1
1. REGIÃO ENTREMARÉS E FAUNA BENTÔNICA.....	2
2. TAXONOMIA DOS CARANGUEJOS-EREMITAS.....	4
3. ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DOS CARANGUEJOS-EREMITAS.....	7
4. BIOLOGIA POPULACIONAL.....	8
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO I.....	20
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. OBJETIVO.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Área de estudo.....	26
3.2. Procedimentos de campo.....	27
3.3. Procedimentos de laboratório.....	28
3.4. Análises estatísticas.....	30
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Estrutura Populacional.....	31
4.2. Biologia Reprodutiva.....	35
5. DISCUSSÃO.....	40
6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPITULO II.....	57
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. OBJETIVO.....	62
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	63

3.1. Área de estudo.....	63
3.2. Procedimentos de campo.....	64
3.3. Procedimentos de laboratório.....	65
3.4. Análises estatísticas.....	66
4. RESULTADOS.....	68
5. DISCUSSÃO.....	76
6. CONCLUSÃO.....	81
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE FIGURAS

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Figura 1. *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, espécie em estudo..... 7

CAPÍTULO I

Figura 1: Localização da Praia de Baixa Grande, município de Areia Branca, Rio Grande do Norte..... 26

Figura 2: Área de coleta, recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN..... 27

Figura 3: Detalhe dos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. 27

Figura 4: Conchas de moluscos gastrópodos ocupados por caranguejos-eremitas nos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.... 28

Figura 5: Comprimento do Escudo Cefalotorácico dos caranguejos-eremitas (CEC)..... 29

Figura 6: *Clibanarius antillensis*. Número de indivíduos coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN..... 31

Figura 7: *Clibanarius antillensis*. Frequência média dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013 nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras

(barras listradas).....	32
Figura 8: <i>Clibanarius antillensis</i> . Tamanho médio do escudo cefalotorácico dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013 nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas), fêmeas ovígeras (barras listradas)	32
Figura 9: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência de ocorrência nas classes de tamanho dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.....	33
Figura 10: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência de ocorrência nas classes de tamanho dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras (barras listradas)	34
Figura 11: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência relativa do número de fêmeas não ovígeras (barras pretas) e de fêmeas ovígeras (barras brancas) coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.....	36
Figura 12: Média pluviométrica mensal da região de Areia Branca no período de outubro de 2012 a agosto de 2013.....	36
Figura 13: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência relativa das classes de tamanho de machos (barras pretas) e fêmeas (barras brancas) no período chuvoso, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.....	37
Figura 14: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência relativa de classes de tamanho de machos (barras pretas) e fêmeas (barras brancas) no período seco, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.....	37

Figura 15: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear do comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) pelo número de ovos de fêmeas ovígeras coletadas bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN..... 39

Figura 16: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear entre o volume interno da concha e a quantidade de ovos das fêmeas ovígeras selecionadas do total coletado bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN..... 39

CAPÍTULO II

Figura 1: Localização da Praia de Baixa Grande, município de Areia Branca, Rio Grande do Norte..... 63

Figura 2: Área de coleta, recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN..... 64

Figura 3: Detalhe dos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. 64

Figura 4: Conchas de moluscos gastrópodos ocupados por caranguejos-eremitas nos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.... 65

Figura 5: Comprimento do Escudo Cefalotorácico dos caranguejos-eremitas (CEC)..... 66

Figura 6: *Clibanarius antillensis*. Porcentagem de ocupação das conchas de gastrópodos na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013..... 68

Figura 7: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocupação das principais

conchas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras (barras listradas)	69
Figura 8: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência de ocupação das conchas de <i>S. haemastoma</i> por classe de tamanho na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	71
Figura 9: <i>Clibanarius antillensis</i> . Frequência de ocupação das conchas de <i>C. atratum</i> por classe de tamanho na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	72
Figura 10: <i>Clibanarius antillensis</i> . Volume interno médio das principais conchas ocupadas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	73
Figura 11: <i>Clibanarius antillensis</i> . Regressão linear entre o comprimento da abertura das conchas (CAC) e o comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	74
Figura 12: <i>Clibanarius antillensis</i> . Regressão linear da largura da abertura da concha (LAC) e o comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	74
Figura 13: <i>Clibanarius antillensis</i> . Regressão linear do volume interno da concha (VI) e o comprimento do escudo cefalotorácico(CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela I: *Clibanarius antillensis*. Quantidade e razão sexual de indivíduos coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. *Desvios significativos da proporção de 1:1 para a razão sexual (z , $p < 0,05$)..... 35

Tabela II: *Clibanarius antillensis*. Fecundidade média por classes de tamanho das fêmeas ovígeras coletadas bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. N (quantidade de fêmeas ovígera em cada classe de tamanho), fecundidade média (número de ovos)..... 38

CAPÍTULO II

Tabela I: *Clibanarius antillensis*. Número de indivíduos e porcentagem das espécies de gastrópodos ocupadas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, conforme o sexo e o estado reprodutivo das fêmeas (não ovígeras e ovígeras)..... 70

Tabela II: *Clibanarius antillensis*. Número (N), tamanho mínimo, máximo e média de tamanho dos animais coletados na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013. DP = Desvio Padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$)..... 71

Tabela III: *Clibanarius antillensis*. Médias e desvios padrão da largura e comprimento da abertura e volume interno das conchas ocupadas na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013..... 73

RESUMO

O objetivo desse estudo foi fornecer dados populacionais e reprodutivos da espécie de caranguejo-eremita *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, e definir sua preferência na ocupação de conchas de gastrópodos nos recifes de arenito, da praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte (4°57'22"S / 37°08'13"W). As coletas foram realizadas a cada dois meses, de outubro de 2012 a agosto de 2013, utilizando esforço amostral de dois coletores por hora durante as marés baixas de sizígia. Os caranguejos-eremitas foram coletados manualmente e, em laboratório, as conchas dos moluscos e os exemplares de anomuros foram identificados e medidos. Um total de 576 indivíduos foram coletados, sendo 191 machos (33,16%), 140 fêmeas não ovígeras (24,31%), 125 intersexos (21,70%) e 120 fêmeas ovígeras (20,83%), ocupando 7 espécies de gastrópodos, sendo *Cerithium atratum* a mais ocupada (69,97%), seguida de *Stramonita haemastoma* (24,31%), *Pisania pusio* (1,22 %), *Leucozonia nassa* (3,47%), *Tegula viridula* (0,52%), *Anachis obesa* (0,35%) e *Olivella minuta* (0,17%). O tamanho médio dos indivíduos machos variou de 1,43 a 9,64 mm de CEC (média de $4,29 \pm 1,56$ mm); de 1,6 a 6,88 mm de CEC para as fêmeas não ovígeras ($3,79 \pm 1,18$ mm); de 1,42 a 8,38 mm de CEC para os intersexos ($3,69 \pm 1,36$ mm) e de 2,1 a 7,27 mm de CEC para as fêmeas ovígeras ($3,76 \pm 1,09$ mm). A população apresentou dimorfismo sexual quanto ao tamanho, sendo os machos significativamente maiores do que demais categorias. Os machos ocorreram em 10 classes de tamanho, os intersexos em nove enquanto as fêmeas (ovígeras e não-ovígeras) ocorrem em apenas seis classes. Houve diferença também no padrão de ocupação de conchas. As conchas de *S. haemastoma* foram preferidas por machos, devido às maiores dimensões de comprimento e largura da abertura da concha, e espaço internodessas conchas. As demais categorias ocuparam mais significativamente conchas de *C. atratum*, devido ao seu tamanho reduzido e medidas da abertura de concha menores, promovendo maior proteção contra estresses ambientais e bióticos. As conchas de *C. atratum* tiveram maior frequência de ocupação por organismos menores, principalmente na classe de tamanho 3,00--]4,00 mm, enquanto *S. haemastoma* abrigou organismos maiores, com predominância na classe de tamanho 4,00--]5,00 mm. A distribuição da população nas classes de tamanho foi unimodal, com distribuição não normal (KS = 0,15; $p < 0,001$), o que reflete um recrutamento contínuo ao longo do ano. A razão

sexual total foi de 1: 1,36 (M:F) e não diferiu significativamente da razão sexual esperada de 1:1. As fêmeas ovígeras estiveram presentes em todos os meses amostrados. O índice de fecundidade média foi de 178,14, com número médio de ovos de $178,14 \pm 85,61$ variando de 51 ovos (CEC = 3,21 mm) a 325 ovos (CEC = 6,77 mm). Existe uma correlação positiva entre o tamanho do escudo cefalotorácico e do volume interno da concha com o número de ovos, sendo que a primeira é a que mais explica a variação na quantidade de ovos. Ao analisar as medidas do comprimento da abertura, largura da abertura e volume interno das conchas elas mostraram uma correlação positiva com o tamanho dos caranguejos-eremitas.

PALAVRAS-CHAVE: Caranguejo-eremita, estrutura populacional, reprodução, razão sexual, classes de tamanho, utilização de conchas, Gastropoda, mudanças climáticas.

ABSTRACT

The purpose of this study was providing population biology and reproduction data and to determine the shell utilization pattern of *Clibanarius antillensis* at Baixa Grande Beach, State of Rio Grande do Norte, Brazil (4°57'22"S / 37°08'13"W), using the percentage of the different shell type that were occupied and the morphometric relationship between hermit crabs and occupied shells. Specimens were collected at two-months intervals from October 2012 to August 2013, using sampling effort of two collectors for 1 hour during spring low tides. The hermit crabs collected were identified and had their carapace shield length measured (mm). All occupied gastropod shells were identified and had their shell biometric parameters (aperture width, aperture length and internal volume) measured (mm). A total of 576 individuals of *Clibanarius antillensis* was obtained of which 191 were males (33.16%), 140 non-ovigerous females (24.31%), 125 intersex (21.70%) and 120 ovigerous females (20.83%), using seven species of gastropods. *Cerithium atratum* and *Stramonita haemastoma* were the most occupied shells, with 69.97%, and 24.31%, respectively. The average size of male ranged from 1.43 to 9.64 mm of CEC (4.29 ± 1.56 mm); 1.6 to 6.88 mm for non ovigerous females (3.79 ± 1.18 mm); 1.42 to 8.38 mm for intersex (3.69 ± 1.36 mm) and 2.1 to 7.27 mm for ovigerous females (3.76 ± 1.09 mm). Sexual dimorphism was recorded by the larger average size attained by males in relation to females (ovigerous and non-ovigerous) and intersexes. The shells of *C. atratum* had higher frequency of occupation by smaller organisms, especially in the size class 3.00 -] 4.00mm, while *Stramonita haemastoma* housed larger organisms, predominantly in the size class 4,00-] 5.00mm. There were differences in the pattern of occupation by males, not ovigerous females, intersex and ovigerous females. Males were significantly higher than the other categories. The size difference strongly influenced the shell utilization pattern, principally in *S. haemastoma*, which has the largest Shell volume, being preferred by males. The other categories have occupied most significantly shells of *C. atratum* due to small size and lower width of the aperture width and length of the shells. Annual size-frequency distributions were unimodal, with non-normal distribution. The overall sex ratio was 1: 1.36 (M: F) and did not differ significantly from the expected sex ratio of 1: 1. Ovigerous females were present in all year-round. The fecundity of the studied population was of 178.14, with an average number of eggs of 178.14 ± 85.61 ranging from 51 eggs (CEC = 3.21

mm) to 325 eggs (CEC = 6.77 mm), being much smaller than that of subtropical populations of this species. The regression analysis shows that the number of eggs increase linearly with the increase of crabs shield length and internal volume of shells. Regression analysis showed a positive correlation between the dimensions of hermit crabs and the utilized shells. In this study, occupation by *C. antillensis* varied as a function of shell morphometric characteristic, with intraspecific differences in occupation patterns also occurring at Baixa Grande Beach.

KEYWORDS: Hermit crab, population structure, reproduction, hermit crab, sex ratio, size classes, shell, gastropod, climate changes.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

1. REGIÃO ENTREMARÉS E FAUNA BENTÔNICA

A zona costeira é o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra. Para efeitos legais, a zona costeira é formada por uma faixa marítima, com 12 milhas náuticas de largura, e por uma faixa terrestre, com 50 km de largura a partir da linha de costa, perfazendo uma superfície territorial de 535.000 km² (VIDIGAL, 2006) que corresponde a 8% do ambiente marinho, com uma profundidade que varia de zero a 200 metros e temperaturas variando entre 5 e 25°C (CAMPOS & POLETTE, 2003).

A zona costeira desperta interesse devido ao seu patrimônio biológico, ao provimento de recursos para comunidades nativas e para o comércio pesqueiro, além de atrair iniciativas do ramo imobiliário. Esse interesse econômico resulta em atividades humanas desordenadas e sem fiscalização que ocasionam a superexploração dos recursos naturais e inúmeros impactos antrópicos (SOUZA, 2000).

Campos & Polette (2003) alertam para a necessidade do incremento de estratégias governamentais e ações da sociedade organizada, buscando meios sustentáveis de desenvolvimento, tendo em vista a importância da zona costeira. Além da necessidade de se estabelecer programas de monitoramento costeiro e análises das áreas afetadas ou sujeitas as perturbações ambientais, no qual são imprescindíveis a realização de levantamentos faunísticos e estudos contínuos e detalhados das espécies que compõem as comunidades bentônicas. Que também servem de base para compreensão da estrutura, funcionamento e variabilidade natural dessas comunidades (MORGADO & AMARAL, 1989).

Os habitats costeiros bentônicos estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta e as praias arenosas oceânicas compõem um dos ambientes mais dinâmicos. Seus depósitos de sedimentos estão sempre sendo retrabalhados por ondas, correntes e marés (CARTER, 1988). A região entremarés de uma praia arenosa é caracterizada pela presença de uma fauna bentônica diversa e adaptada.

O bentos é formado pelos mais variados grupos, podendo ser classificado de acordo com o tamanho dos indivíduos. A macrofauna bentônica por exemplo é composta pelos invertebrados que ficam retidos em uma malha de 0,5 mm (SOARES-GOMES *et al.*, 2009). Os organismos bentônicos podem ser classificados também quanto ao seu habitat preferencial, sendo a endofauna formada por

aqueles organismos que escavam e se encontram enterrados no sedimento ou rocha, como por exemplo, moluscos bivalves e poliquetas. Já a epifauna diz respeito a espécies que vivem e se locomovem sobre o substrato, como os crustáceos decápodos (SOARES-GOMES *et al.*, 2009).

De todo o ambiente marinho, é na zona entremarés que a epifauna alcança sua maior diversidade. Nesta área há formação de grandes quantidades de microambientes, tais como poças-de-maré, recifes, fendas, buracos e cavernas. Estes estão expostos a diferentes gradientes microclimáticos, como tempo de exposição ao ar, presença ou ausência de cobertura vegetal, intensidade da radiação solar e grau de proteção às ondas. Esse elevado número de microambientes abriga várias espécies com diversas necessidades ecológicas (SOARES-GOMES *et al.*, 2009).

A macrofauna bentônica de praias arenosas e recife de arenito inclui vários invertebrados, como moluscos, crustáceos e poliquetas, porém sua distribuição não é claramente definida como em costões rochosos. Os costões rochosos são considerados um dos habitats mais importantes por conter uma alta riqueza de espécies de grande importância ecológica e econômica, tais como mexilhões, ostras, crustáceos e uma variedade de peixes. São ecossistemas que possuem uma grande biomassa e produção primária e conseqüentemente servem de locais de alimentação, crescimento e reprodução para várias espécies (COUTINHO & ZALMON, 2009).

Nesses costões da zona entremarés os organismos bentônicos estão sempre expostos à fatores bióticos e abióticos que influenciam sua distribuição e abundância, desencadeando um processo de zonação em faixas horizontais (COUTINHO & ZALMON, 2009).

Muitas terminologias foram propostas para essa divisão, tendo sido escolhida uma zonação em três faixas por Stephenson & Stephenson (1972) e Lewis (1964), sendo elas: infralitoral, região que se desdobra a partir da linha de maré baixa e permanece submersa; mesolitoral, correspondendo à região entremarés e supralitoral que possui o limite superior de ocorrência de organismos marinhos. A densidade das espécies em cada uma destas zonas está relacionada às condições favoráveis à sua sobrevivência e disponibilidade de recursos (LITTLE & KITCHING, 1996).

A zona do mesolitoral é o ambiente mais instável do costão devido à variação das marés, onde a temperatura e a salinidade podem atingir valores extremos ao longo de um dia, e alguns organismos sésseis tem seu tempo de alimentação e liberação de larvas reduzido (COUTINHO& ZALMON, 2009).

As zonas costeiras como um todo são ecossistemas mutáveis, sujeitas a influências continentais, atmosféricas e oceânicas que afetam a comunidade bentônica, determinando os padrões de distribuição e densidade das espécies (SANTOS & PIRES-VANIN, 2004). Por esta razão, os estudos de espécies como crustáceos decápodos, que desempenham papéis importantes na dinâmica de pequenas áreas como a baía e enseadas, podem auxiliar na compreensão do mecanismo de distribuição em ambientes marinhos (MANTELATTO, 2000).

O estado do Rio Grande do Norte possui um litoral com aproximadamente 400 Km de extensão, compreendido entre os estados da Paraíba e do Ceará, formado predominantemente por praias arenosas e falésias. Geomorfologicamente, a planície, os tabuleiros costeiros e as dunas são os elementos de relevo predominantes em todo o litoral, com a planície fluvial restringindo-se a desembocadura dos principais rios. Uma característica marcante deste litoral é a presença de recifes de arenito (“beachrocks”), dispostos paralelamente à linha de costa, na forma de faixas longas e estreitas, que alteram o padrão de arrebentação das ondas (VITAL, 2006).

Segundo Villaça (2009) esses recifes estão presentes, de modo geral, ao longo do nordeste brasileiro. Sua formação é resultado de um processo de calcificação de sedimentos calcário ou silicoso, com elevado teor de carbonato de magnésio.

Esses recifes são formados na parte inferior das praias, com inclinação para o mar e quando há aumento do nível médio do mar, servem como fundação para o desenvolvimento de recifes coralinos. Sua ocorrência está restrita às regiões tropicais e subtropicais ou ao cinturão quente entre as latitudes de 35° N e 35° S (VILLAÇA, 2009).

2. TAXONOMIA DOS CARANGUEJOS-EREMITAS

De acordo com Ng *et al.* (2008), a maior diversidade de espécies registrada entre os Crustáceos está na ordem Decapoda. Os crustáceos decápodos (Ordem

Decapoda Latreille, 1802) possuem aproximadamente 17.000 espécies descritas, representados pelos siris, caranguejos, ermitões, camarões, lagostas, lagostins, tatuís e falsos caranguejos (MCLAUGHLIN, 1980).

Esses organismos são bem sucedidos em vários ambientes, desde habitats terrestres até profundidades de 600 m (FOREST & SAINT LAURENT, 1967), podendo ser encontrados em estuários, baías e enseadas (GARCIA & MANTELATTO, 2000). Eles são importantes componentes da comunidade de macroinvertebrados das áreas meso e infralitoral em todo o mundo (BRANCO, 2002; MELO, 1999).

A ordem Decapoda é constituída por duas subordens, Dendobranchiata e Pleocyemata, sendo esta última constituída por dez infraordens, dentre estas a infraordem Anomura MacLeay, 1838 (De GRAVE, 2009). Os representantes desta infraordem são caracterizados por sua grande variação morfológica no abdome e telson (MCLAUGHLIN, 1980), tendo em comum o 5º par de pereiópodos reduzidos e localizados sob a carapaça ou voltados para o dorso (MELO, 1999). Essa infraordem apresenta a maior diversidade entre os decápodos, com um total de 1.400 espécies, sendo mais de 800 dessas representada pelos caranguejos-eremitas (HAZLETT, 1981). A infraordem Anomura encontra-se dividida em sete superfamílias: Lithodoidea Samouelle, 1819; Lomisoidea Bouvier, 1895; Galatheoidea Samouelle, 1819; Aegloidea Dana, 1852; Hippoidea Latreille, 1825; Chirostyloidea, Ortmann, 1892; e Paguroidea Latreille, 1803 (AHYONG *et al.*, 2009; De GRAVE, 2009; MCLAUGHLIN *et al.*, 2010).

A superfamília Paguroidea é considerada um táxon monofilético e contém os caranguejos-eremitas (MCLAUGHLIN, 1980). Esta por sua vez é dividida em seis famílias: Coenobitidae Dana, 1851; Diogenidae Ortmann, 1892; Paguridae Latreille, 1802; Parapaguridae Smith, 1882; Pylochelidae Bate, 1888; e Pylojacquesidae McLaughlin & Lemaitre, 2001 (MCLAUGHLIN *et al.*, 2010).

Os caranguejos-eremitas registrados atualmente estão distribuídos em 86 gêneros divididos em seis famílias, sendo apenas 12 espécies semi-terrestres e as demais marinhas (MCLAUGHLIN, 1980). No Brasil foram registradas 48 espécies pertencentes as famílias Diogenidae, Paguridae e Parapaguridae (MELO, 1999).

A família Diogenidae, a qual pertence a espécie do presente estudo, é a segunda mais diversa, composta por 24 gêneros e 429 espécies de caranguejos-eremitas distribuídos em todo o globo (MCLAUGHLIN *et al.*, 2010). É caracterizada

por apresentar os 3º maxilípedes próximos à base e por possuírem 14 pares de brânquias. As espécies brasileiras pertencentes a esta família encontram-se distribuídas em oito gêneros, são eles: *Calcinus* Dana, 1851; *Cancellus* H. Milne Edwards, 1836; *Clibanarius* Dana, 1852; *Dardanus* Paul'son, 1875; *Isocheles* Stimpson, 1858; *Loxopagurus* (Moreira, 1901); *Paguristes* Dana, 1851 e *Petrochirus* Stimpson, 1858 (MELO, 1999).

O gênero *Clibanarius* representa uma parcela importante na fauna de caranguejos-eremitas de águas rasas e entremarés. Comumente, suas espécies habitam desde costões rochosos marinhos, recifes de corais à áreas estuarinas (OSAWA & FUJITA, 2005). Sua distribuição espacial ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais (FOREST & DE SAINT LAURENT, 196).

Clibanarius antillensis Stimpson, 1859 (Figura 1) é uma espécie de caranguejo-eremita caracterizada por possuir a parte lateral do carpo, própodo e dátilo das primeiras e segundas patas ambulatórias com uma listra predominantemente clara sobre um fundo verde escuro (MELO, 1999).

Além de ser de tamanho pequeno, de possuir rápida movimentação (HAZLETT, 1966) e habitar frequentemente a região entremarés, pode ser encontrado também em áreas estuarinas, entre cavidades das rochas, arrecifes e pradarias de fanerógamas marinhas (MELO, 1999).

Sua distribuição geográfica se dá do Atlântico ocidental, desde Bermuda, Flórida, Golfo do México, Panamá, Antilhas e norte da América do Sul até o Brasil, da costa do Ceará até Santa Catarina (MELO, 1999).

Alguns estudos foram desenvolvidos no Brasil envolvendo *C. antillensis*, os quais analisava os aspectos populacionais e reprodutivos na região sudeste (TURRA & LEITE, 1999; 2001) e na região nordeste (OLIVEIRA, 2010, RIBEIRO, 2013). Bem como aspectos comportamentais tais como a ocupação das conchas dos gastrópodos (FLOETER *et al.*, 2000; TURRA & LEITE, 2000) e reprodução (TURRA, 2005).

Figura 1: *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, espécie em estudo.



Fonte: Felipe Ribeiro, 2013.

3. ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DOS CARANGUEJOS-EREMITAS

Os caranguejos-eremitas, popularmente conhecidos como caranguejo-da-concha, caranguejo-ermitão, bernardo-eremita, paguro ou simplesmente ermitão são crustáceos com ausência de calcificação do exoesqueleto abdominal e com aptidão para ocupar conchas vazias de moluscos gastrópodos (HEZLETT, 1981)

A estratégia de vida desses organismos é intimamente relacionada ao uso dessas conchas, sendo essenciais à sua sobrevivência (HAZLETT, 1981) uma vez que as conchas proporcionam proteção contra predadores e estresses ambientais (REESE, 1969).

Esses organismos desenvolveram algumas características para melhor acomodação dentro das conchas, como por exemplo o abdome assimétrico e adaptado para se encaixar na câmara espiralada da concha dos gastrópodos, apêndices atrofiados e dispostos unilateralmente, e urópodes com função de fixar-se a columela da concha (HAZLETT, 1981).

Conforme o caranguejo-eremita se desenvolve, ele precisa encontrar conchas maiores para se acomodar. A falta dessas conchas com tamanho adequado ou conchas em péssimo estado podem retardar o crescimento do animal (OSORNO *et al.*, 1998) e interferir negativamente na sua reprodução e fecundidade, bem como a

utilização de conchas com a espiral invertida, podem levar a deformação do abdome do animal (BERTNESS, 1981).

A maioria dos caranguejos-eremitas utiliza conchas de diferentes gastrópodos. A diversidade de reservatórios utilizados por eles em toda a zona costeira é relacionada com o número de espécies de gastrópodos vivos em toda a costa. O padrão de utilização de conchas varia entre as populações, que demonstram preferência por certos tipos de concha que podem trazer vantagens e maximizar a sua aptidão (MARKHAM, 1968).

Esse mecanismo de escolha não ocorre ao acaso, uma vez que é influenciado diretamente pelo tamanho dos caranguejos, pelo sexo ou estado reprodutivo, pelo tamanho e forma das conchas, pela localidade (KELLOGG, 1977; BERTNESS, 1980; GARCIA & MANTELATTO, 2000), pela experiência anterior com outras conchas (ALCARAZ & KRUESI, 2009) e também pelas condições ambientais, como a ação das ondas, uma vez que na região entremarés o estresse hidrodinâmico é elevado e se torna um importante fator que interfere na preferência pela concha.

Dependendo da disponibilidade e qualidade de conchas vazias na natureza podem incidir em uma alta taxa de troca, porém na ausência de tais conchas, já foram registrados o uso de tampas de garrafa, pedaços de bambu (IMAFUKU & ANDO, 1999), conchas de gastrópodes terrestres (MEIRELES & MANTELATTO 2003, SANT'ANNA *et al.*, 2006), conchas de moluscos escafópodos (HAZLETT, 1966); canais de madeira (RABAUD, 1941) e conchas de bivalves *Chama congregata* (GARCIA *et al.*, 2003).

4. BIOLOGIA POPULACIONAL

A caracterização estrutural das populações naturais é considerada informação básica, pois fornece subsídios ao conhecimento do equilíbrio ecológico das populações, promove o entendimento do ecossistema em que estão inseridas (MANTELATTO, 2000) e reúne importantes dados para a preservação dos recursos naturais e dos organismos existentes na área de estudo (VALENTI, 1984). Essas informações são essenciais para o desenvolvimento de projetos de gestão e administração ambiental a fim de permitir a manutenção e uso sustentável da riqueza biológica.

Variações sazonais da estrutura populacional, progressão das modas nas distribuições de tamanho, avaliação de índices como densidade e abundância, razão sexual, recrutamento, estimativas de migração, taxas de nascimento e mortalidade são alguns dos aspectos comumente investigados na biologia populacional.

A razão sexual é a relação entre a quantidade de machos e fêmeas na população. Essa característica reflete o equilíbrio populacional (FISHER, 1930). Segundo Geisel (1972), as populações homeostáticas e que ocupam ambientes relativamente constantes tendem a exibir uma razão sexual de 1:1, ou levemente aumentada em favor dos machos. Já as populações de ambientes variáveis exibem aumento no número de fêmeas, a fim de maximizar o potencial evolutivo devido à seleção desigual entre os sexos.

Os desvios da razão sexual 1:1 podem estar relacionados a fatores do ciclo de vida da espécie, como mudanças nas taxas de mortalidade devido à susceptibilidade dos sexos à predação, a taxa de longevidade, a taxa de crescimento, maturidade sexual e cuidado parental. Ou ainda as características do método de amostragem (MONTAGUE, 1980).

A fecundidade é outra característica relevante da população. Pode ser estimada através da contagem direta do número de ovos de fêmeas ovígeras (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1992). O número de ovos produzidos varia amplamente em relação a latitude, a estrutura de habitat e disponibilidade de alimentos (COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO, 2006).

Taxa de produção de ovos e estimativa da fecundidade são enfoques importantes empregados no estudo da biologia reprodutiva porque asseguram a renovação natural das populações. Além disso, as diversas características reprodutivas dos crustáceos podem fornecer uma oportunidade para estudar as consequências das diferentes estratégias reprodutivas (GOSHIMA *et al.*, 1996).

Já a distribuição de tamanho (idade) indica as proporções de seus membros ao longo de cada classe de tamanho. Informações acerca dessa distribuição são utilizadas para estimar a intensidade e o período de recrutamento juvenil nas populações, as quais podem explicar variações sazonais do tamanho das populações (BENETTI, 2007).

Trabalhos relacionados ao crescimento relativo dos crustáceos são considerados um instrumento importante na análise do dimorfismo sexual,

maturidade sexual, sistemática e modelos fisiológico e comportamental (HARTNOLL, 1982; MANTELATTO & FRANSOZO, 1996). O padrão de crescimento dos caranguejos-eremitas é bem diferente dos demais decápodos, uma vez que a utilização de conchas de gastrópodos influencia no seu desenvolvimento (BERTNESS, 1981). Há uma certa dificuldade em generalizar modelos de crescimento para esse grupo e por isso os aspectos relacionados com crescimento têm sido estudados com menos frequência (HARTNOLL, 1985).

Estudos sobre a estrutura populacional de caranguejos-eremitas são recentes e mostram que esses organismos podem ter reprodução contínua ou sazonal, podem exibir dimorfismo sexual com machos sendo, em média, maiores do que fêmeas e que a razão sexual comumente é enviesada para as fêmeas especialmente nas classes de tamanho intermediárias (BERTINI & FRANSOZO, 2000).

Alguns estudos sobre a biologia populacional de caranguejos-eremitas foram realizados na Europa e com espécies sul-americanas (BRANCO, 2002; MARTINELLI *et al.*, 2002; MACPHERSON & RAVENTOS, 2004).

No Brasil, vários estudos foram realizados sobre aspectos populacionais e reprodutivos envolvendo caranguejos-eremitas de diferentes espécies (FRANZOZO & MANTELATTO, 1998; MANTELATTO & GARCIA, 1999; TURRA & LEITE, 1999; 2001; FRANZOZO *et al.*, 2003; BATISTA-LEITE *et al.*, 2005; TURRA & LEITE, 2005; OLIVEIRA, 2010) como também em relação aos seus aspectos comportamentais, referentes à ocupação de conchas em laboratório (HAZLETT, 1992; GARCÍA & MANTELATTO, 2001) ocupação de conchas em ambiente natural (NEGREIROS FRANZOZO & FRANZOZO, 1992; BERTINI & FRANZOZO, 2000; FLOETER *et al.*, 2000; MANTELATTO & GARCIA, 2000; TURRA & LEITE, 2000; GARCIA & MANTELATTO, 2001; MANTELATTO & DONICINIANO, 2002; AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008), reprodução (TURRA, 2005) e morfologia do sistema reprodutor (AMADIO & MANTELATTO, 2009).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHYONG, S. T.; SCHNABEL, K. E. & MAAS, E. Anomuran phylogeny: new insights from molecular data. In: MARTIN, J. W.; CRANDALL, K. A.; FELDER, D. L. (Ed.). **Decapod Crustacean Phylogenetics**, 2009.

ALCARAZ, G. & KRUESI, K. The role of previous shell occupancy in the wild on laboratory shell choice by hermit crab *Calcinus californiensis*. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology**, v. 42, n. 1, p. 55-62, 2009.

AMADIO, L. M. & MANTELATTO, F. L. Description of the male reproductive system of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Anomura: Diogenidae). **Journal of Crustacean Biology**. v. 29, p. 466-475, 2009.

AYRES-PERES, L. & MANTELATTO, F. L. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxocheles* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do estado de São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, n.1, p. 28-35, 2008.

BATISTA-LEITE, L. M. A.; COELHO, P. A. & CALADO, T. C. S. Estrutura populacional e utilização de conchas pelo caranguejo ermitão *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (CRUSTACEA, DECAPODA, DIOGENIDAE). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 99-118, 2005.

BENETTI, A. S. 2007. **Biologia reprodutiva em espécies do gênero Uca (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em manguezais tropicais**. 157p Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – Botucatu, São Paulo.

BERTINI, G. & FRANSOZO, A. Population dynamics of *Petrochirus diogenes* (Crustacea, Anomura, Diogenidae) in Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustacean Issues**, v. 12, p.331-342, 2000.

BRANCO, J.O. Population biology and growth of the hermit crab *Dardanus insignis* at Armação do Itapocoroy, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, v. 82, n.4, p. 597-604, 2002.

BERTNESS, M. D. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the Bay of Panama. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v, 48, p. 1-16, 1980.

BERTNESS, M. B. & CUNNINGHAM, C. Crab shell-crushing predation and gastropod architectural defense. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.50, p. 213 – 230, 1981.

CAMPOS, A. A. & POLETTE, M. A gestão integrada da zona costeira. In: _____. **A zona costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada**. AQUASIS, Fortaleza, CE, Brasil: 2003. p.11-26.

CARTER, R. W. G. **Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines**. Academic Press. 1988.

COSTA, T. M.; SILVA S. M. J. & NEGREIROS-FRANSOZO. M. L. Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *Uca uruguayensis* Nobili, 1901 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba**, v. 49, n. 1, p. 117-123, 2006.

COUTINHO, R. & ZALMON, I.R. O Bentos de Costões Rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (org), **Biologia Marinha**. 2.ed. Interciência, Rio de Janeiro: 2009. p. 281–297.

De GRAVE, S. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 21, p. 1-109, 2009.

FLOETER, S. R. Patterns of shell utilization and selection in two sympatric hermit crabs (Anomura: Diogenidae) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine**

Biological Association of the U.K, United Kingdom, v. 80, n. 6, p. 1053- 1059, 2000.

FOREST, J. & SAINT LAURENT, M. Campagne de la Calypso au large des cotes Atlantiques de l'Amérique du sud (1961-1962) I. 6. Crustacés Décapodes: Pagurides. **Annales de l'Institut Oceanographique**, v. 45, n.2, p. 47-169, 1967.

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

FRANSOZO, A.; GARCIA, R. B. & MANTELATTO, F. L. Morphometry and sexual maturity of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Crustacea, Anomura) from Brazil. **Journal of Natural History**, v. 37, p. 297-304, 2003.

FRANSOZO, A. & MANTELATTO, F. L. Population structure and reproductive period of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae) in the region of Ubatuba, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v.18, n. 4, p. 738-745, 1998.

GARCIA, R. B. & MANTELATTO, F. L. Variability of shell occupation by intertidal and infralittoral *Calcinus tibicen* (Anomura, Diogenidae) populations. **Nauplius**, v. 8,n. 1, p. 99-105, 2000.

GARCIA, R. B. & MANTELATTO, F. L. Shell selection by the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) Anomura, Diogenidae/ from Southern Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 265, 1–14, 2001.

GARCIA, R. B.; MEIRELES, A. L. & MANTELATTO, F. L. Unusual shelters occupied by brazilian hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Diogenidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 4, p. 721-722, 2003.

GEISEL J. T. Sex ratio, rate of evolution and environmental heterogeneity. **American Naturalist**, v. 106, p. 380-387, 1972.

GOSHIMA, S.; OHMORI, H. & WADA, S. Reproductive biology of the hermit crab *Pagurus nigrofascia* (Anomura, Paguridae). **Crustacean Research**, v. 25, p. 86-92, 1996.

HARTNOLL, R. G. Growth. In: ABELE, L. G. (Ed.). **The biology of Crustacea**. New York, Academic, 1982. v. 2, p.111-196, 1982.

HARTNOLL, R. G. Growth, sexual maturity and reproductive output. **Crustacea Issues**, v. 3, p. 101-128, 1985.

HAZLETT, B. A. Social behavior of the Paguridae and Diogenidae of Curacao. **Studies Fauna Curacao**, v.23, p. 1-143, 1966.

HAZLETT, B. A. The behavioral ecology of hermit crabs. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.12, p. 1- 22, 1981.

HAZLETT, B. A. The effect of past experience on the size of shells selected by hermit crabs. **Animal Behaviour**, v. 44, p. 204–205, 1992.

IMAFUKU, M. & ANDO, T. Behaviour and morphology of pagurid hermit crabs (Decapoda, Anomura) that live in tusk shells (Mollusca, Scaphopoda). **Crustaceana**, v. 72, n. 2, p. 129-144, 1999.

KELLOGG, C. W. Coexistence in a hermit crab ensemble. **The Biology Bulletin**, v. 153, p. 133-144, 1977.

LEWIS, J. R. **The ecology of rocky shores**. English university press. London: 1964. 300p.

LITTLE, C. & KITCHING, J. A. **The biology of rocky shores**. Oxford University Press. New York: 1996.

MACPHERSON, E. & RAVENTOS, N. Population structure and reproduction of three

sympatric hermit crabs in the northwestern Mediterranean. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K.**, v. 84, p. 371-376, 2004.

MANTELATTO, F. L. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. **Crustacean Issues**, v.12, p. 431-443, 2000.

MANTELATTO, F. L. M. & DOMINCIANO, L. C. C. Pattern of shell utilization by the hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, Southern Brasil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 3, p. 265-272. 2002.

MANTELATTO, F. L. M. & FRANSOZO, A. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, v. 4, p. 29–38, 1996.

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

MANTELATTO, F. L. & GARCIA, R. B. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from southern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 20, p. 460–467, 2000.

MARKHAM, J. C. Notes on growth tterns and shell-utilizations of the hermit crab *Pagurus bernhardus*. **Ophelia**, v. 5, p. 189-205, 1968.

MARTINELLI, J. M.; MANTELATTO, F. L. & FRANSOZO, A. Population structure and breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, v. 75, n.6, p. 791-802, 2002.

MCLAUGHLIN, P. A. **Comparative morphology of Recent Crustacea**. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1980.

MCLAUGHLIN, P. A. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I – Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 23, p. 5–107, 2010.

MEIRELES, A. L.; BIAGI, R. & MANTELATTO, F.M. Hermit crabs in evidence: unusual gastropod shell occupation. **Nauplius**, v. 11, n. 1, p. 63-66, 2003.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuroidea e Astacidea**. Ed. Plêiade, São Paulo: 1999. 551p.

MONTAGUE, C. L. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs (genus *Uca*) with reference of their impact on the salt marsh. Contributions in **Marine Science**, v.23, p. 25-55, 1980.

MORGADO, E. H. & AMARAL, A. C. Z. Anelídeos poliquetos da região de Ubatuba (SP) – padrões de distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 3, p. 535-568, 1989.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. & FRANSOZO, A. Estrutura populacional e relação com a concha em *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Decapoda, Diogenidae), no Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Naturalia**, v. 17, p. 31-42, 1992.

NG, P. K. L.; GUINOT, D. & DAVIE, P. J. F. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, p. 1-286, 2008.

OLIVEIRA, I. A. P. **Padrão de ocupação de conchas de gastrópodos por caranguejoseremitas e aspectos populacionais de *Clibanarius antillensis* (Stimpson, 1859) (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) na Praia do Pacheco (Caucaia – CE)**. 2010. Monografia - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

OSAWA, M. & FUJITA, Y. *Clibanarius ambonensis* (Crustacea: Decapoda: Anomura: Diogenidae) from the Ryukyu Islands, south-western Japan. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.** Biodiversity Rec., p. 1–8, 2005.

OSORNO J. L.; FERNANDEZ-CASILLAS, F. & RODRIGUEZ-JUAREZ, C. Are hermit crabs looking for light and large shell? Evidence from natural and field induced shell exchanges. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 222, p. 163-173, 1998.

REESE, E. S. Behavioral adaptations of intertidal hermit crabs. **American Zoologist**, v. 9, p. 343-355, 1969.

RABAUD, E. Recherches sur l'adaptation et le comportement des Pagures. **Archives of Zoological Experimental Genetics**, v.82, p. 181- 285, 1941.

RIBEIRO, F. B. **Ecologia e biologia reprodutiva de duas espécies de caranguejos-ermitões (decapoda: anomura: diogenidae): uma abordagem latitudinal**. 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Do Mar (Labomar), Universidade Federal Do Ceará, Ceará.

SANT'ANNA, B. S.; ZANGRANDE, C. M.; REIGADA, A. L. D. & SEVERINO-RODRIGUES, E. Spatial distribution and shell utilization in three sympatric hermit crabs at non-consolidated sublittoral of estuarine-bay complex in São Vicente, São Paulo, Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 41, n. 2, p. 141 – 146, 2006.

SANTOS, M. F. L. & PIRES-VANIN, A. M. S. Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba Bay, Southeastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, n. 1, p. 59-73, 2004.

SOARES – GOMES, A. Bentos de sedimentos não consolidados. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (org), **Biologia Marinha**. 2.ed. Interciência, Rio de Janeiro: 2009. p. 319-337.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática.** Editora São Carlos: Riani Costa, 2000.

STEPHENSON, T. A. & STEPHENSON, A. **Life between tidemarks on rocky shores.** Freeman, São Francisco: 1972.

TURRA, A. Reproductive behavior of intertidal hermit crabs in South-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 313-319, 2005.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Population structure and fecundity of the hermit crab *Clibanarius antillensis* Stimpson 1862 (Anomura, Diogenidae) in southeastern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 64, n. 2, p. 281-289, 1999.

TURRA, A. & LEITE, F.P.P. Population biology and growth of three sympatric intertidal hermit crabs in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K**, v. 80, p.1061-1069, 2000.

TURRA, A. & LEITE, F.P.P. Shell utilization patterns of a tropical rocky intertidal hermit crab assemblage. I. the case of Grande Beach. **Journal Crustacean Biology**, v. 21, n.4, p. 393-406, 2001.

TURRA, A.; DENADAI, M. R. & LEITE, F. P. P. Predation on gastropods by shellbreaking crabs: effects on shell availability to hermit crabs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 286, n. 1, p. 279-291, 2005.

VALENTI, W. C. **Estudo Populacional dos Camarões de Água Doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae).** São Paulo. 1984. 149 pp. Tese (Mestrado). Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da U.s.P.

VIDIGAL, A. A. F. **Amazônia Azul: o mar que nos pertence.** Editora Record. Rio de Janeiro: 2006.

VILLAÇA, R. Recifes Biológicos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (org), **Biologia Marinha**. 2.ed. Interciência, Rio de Janeiro: 2009. p. 399-420.

VITAL, H. Rio Grande do Norte. In: **Erosão e progradação do litoral brasileiro**, (org. Dieter Muehe). Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2006. p.155-172.

WILLIAMS, A. B. **Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C: 1984. p. 1–550.

CAPÍTULO I

Biologia populacional e reprodutiva de
Clibanarius antillensis Stimpson, 1859
(Crustacea: Decapoda: Diogenidae) na praia
de Baixa Grande (Areia Branca/RN)

RESUMO

O objetivo desse estudo foi fornecer dados populacionais e reprodutivos da espécie de caranguejo-eremita *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, nos recifes de arenito, da praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte. Exemplos desses organismos foram coletados manualmente utilizando um esforço amostral de dois coletores durante 1 hora, durante marés baixas de sizígia a cada dois meses, de outubro de 2012 a agosto de 2013. Um total de 576 indivíduos foram coletados, sendo 191 machos (33,16%), 140 fêmeas não ovígeras (24,31%), 125 intersexos (21,70%) e 120 fêmeas ovígeras (20,83%). O tamanho médio dos indivíduos machos variou de 1,43 a 9,64 mm de CEC (média de $4,29 \pm 1,56$ mm); de 1,6 a 6,88 mm de CEC para as fêmeas não ovígeras ($3,79 \pm 1,18$ mm); de 1,42 a 8,38 mm de CEC para os intersexos ($3,69 \pm 1,36$ mm) e de 2,1 a 7,27 mm de CEC para as fêmeas ovígeras ($3,76 \pm 1,09$ mm). A população apresentou dimorfismo sexual quanto ao tamanho, sendo os machos significativamente maiores do que fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras. Os machos ocorreram em 10 classes de tamanho, os intersexos em nove enquanto as fêmeas (ovígeras e não-ovígeras) ocorrem em apenas seis classes. Há a predominância de organismos nas classe de tamanho 3,00--]4,00 e 4,00--]5,00 mm. A distribuição de frequência de classes de tamanho foi unimodal, com distribuição não normal (KS = 0,15; $p < 0,001$), o que reflete um recrutamento contínuo ao longo do ano. A razão sexual total foi de 1: 1,36 (M:F) e não diferiu significativamente da razão sexual esperada de 1:1. As fêmeas ovígeras estiveram presentes em todos os meses amostrados. O índice de fecundidade média foi de 178,14, com número médio de ovos de $178,14 \pm 85,61$ variando de 51 ovos (CEC = 3,21 mm) a 325 ovos (CEC = 6,77 mm). Existe uma correlação positiva entre o tamanho do escudo cefalotorácico e do volume interno da concha com o número de ovos, sendo que a primeira é a que mais explica a variação na quantidade de ovos.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura populacional, reprodução, caranguejo-eremita, razão sexual, classes de tamanho.

ABSTRACT

The population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius antillensis* were studied in a tropical beach from northeast Brazil with emphasis on mean size, size structure, sex ratio, breeding season and fecundity. Specimens were sampled at each two months over a period of one year (October 2012 to August 2013) during spring low tide periods. A total of 576 individuals was obtained of which 191 were males (33.16%), 140 non-ovigerous females (24.31%), 125 intersex (21.70%) and 120 ovigerous females (20.83%). The average size of male ranged from 1.43 to 9.64 mm of CEC (4.29 ± 1.56 mm); 1.6 to 6.88 mm for non ovigerous females (3.79 ± 1.18 mm); 1.42 to 8.38 mm for intersex (3.69 ± 1.36 mm) and 2.1 to 7.27 mm for ovigerous females (3.76 ± 1.09 mm). Sexual dimorphism was recorded by the larger average size attained by males in relation to females (ovigerous and non-ovigerous) and intersexes. Annual size-frequency distributions were unimodal, with non-normal distribution. The overall sex ratio was 1: 1.36 (M: F) and did not differ significantly from the expected sex ratio of 1: 1. Ovigerous females were present in all year-round. The fecundity of the studied population was of 178.14, with an average number of eggs of 178.14 ± 85.61 ranging from 51 eggs (CEC = 3.21 mm) to 325 eggs (CEC = 6.77 mm), being much smaller than that of subtropical populations of this species. The regression analysis shows that the number of eggs increase linearly with the increase of crabs shield length and internal volume of shells.

KEYWORDS: Population structure, reproduction, hermit crab, sex ratio, size classes.

1. INTRODUÇÃO

Os crustáceos decápodos compõem uma importante parcela da macrofauna bentônica dos mais variados habitats marinhos consolidados (AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008) e tem sido, nos últimos anos, objeto de estudos com o intuito de obter informações sobre densidade, distribuição, recrutamento de juvenis, período reprodutivo e taxas de nascimento e mortalidade das populações desse grupo (EMMERSON, 1994; TROTT, 1996; CASTIGLIONI & SANTOS, 2000).

Entretanto, quando comparado com outros grupos de Decapoda, poucos trabalhos tem sido feitos sobre biologia populacional de Anomura, provavelmente devido ao fato da maioria dos representantes desse grupo não apresentar valor comercial, apesar da elevada relevância no contexto evolutivo (MANTELATTO & SOUSA, 2000) e na cadeia trófica das comunidades de zonas entremarés e de águas rasas (FRANSOZO & MANTELATTO, 1998).

Anomura é uma infra-ordem de Decapoda formada por um grupo com morfologia variada e composta por aproximadamente 1.400 espécies, sendo mais de 800 representadas pelos caranguejos-eremitas (HAZLETT, 1981; INGLE, 1993).

No Brasil, são registradas 48 espécies de caranguejos-eremitas, divididos nas famílias Paguridae, Parapaguridae e Diogenidae, sendo esta última a mais representativa com 24 espécies descritas (MELO, 1999). Os trabalhos envolvendo diogenídeos e seus aspectos populacionais e reprodutivos são os mais comuns no Brasil (BIAGI & MANTELATTO, 2006; AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008).

Clibanarius antillensis Stimpson, 1859, pertencente a família Diogeniade, é uma espécie de caranguejo-eremita de tamanho pequeno e de rápido deslocamento (HAZLETT, 1966). É um habitante comum da região entremarés, e possui uma distribuição geográfica que vai desde a Flórida, EUA (31°N) até Florianópolis, Brasil (28°S) (FOREST & SAINT LAURENT, 1967). Alguns estudos foram realizados sobre o comportamento desses organismos, principalmente relacionados a preferência de conchas de gastrópodos (FLOETER *et al.*, 2000; TURRA & LEITE, 2000). Há também estudos sobre aspectos populacionais e reprodutivos, realizados no litoral de São Paulo (TURRA & LEITE, 1999; 2001) e no litoral do Ceará (OLIVEIRA, 2010; RIBEIRO, 2013).

Estudos relacionados a aspectos biológicos e reprodutivos de populações naturais de espécies marinhas são indispensáveis para o conhecimento dos

ecossistemas nos quais essas populações estão inseridas (MANTELATTO, 2000). De maneira geral, esses estudos abordam aspectos relacionados a abundância sazonal, densidade populacional, distribuição em classes de tamanho, razão sexual, fecundidade, atividade reprodutiva, entre outros.

Devido à escassez de trabalhos na região nordeste do Brasil sobre caranguejos-eremitas e considerando a sua importância para o melhor entendimento dos mecanismos evolutivos e para a estruturação de comunidades de invertebrados marinhos, esse estudo busca fornecer subsídios para entendimento da biologia populacional e reprodutiva da espécie estudada bem como trazer futuras alternativas para a sua conservação.

2. OBJETIVO

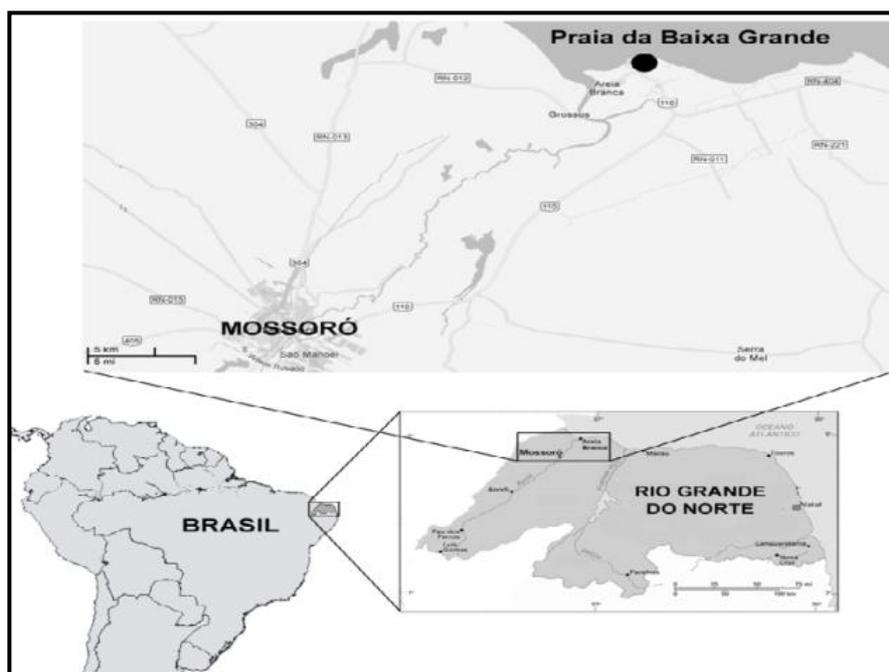
Este trabalho teve como objetivo estudar os aspectos populacionais e reprodutivos da espécie de caranguejo-eremita *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, nos recifes de arenito, da praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte, através da análise de sua estrutura etária, razão sexual, fecundidade e período reprodutivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na praia de Baixa Grande localizada no município de Areia Branca (4° 57' 22" S e 37° 08' 13" W), litoral oeste do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Baixa Grande pertence ao conjunto de 12 praias conhecido como “Costa Branca” que compreende parte do litoral do Rio Grande do Norte (RN) e faz fronteira com o Ceará. O nome se refere à paisagem de dunas brancas e montanhas de sal que caracterizam o lugar. Essa região é marcada de um lado pela vegetação da caatinga, repleta de xique-xiques e juremas e do outro lado o mar, dunas e falésias.

Figura 1: Localização da Praia de Baixa Grande, município de Areia Branca, Rio Grande do Norte.



Fonte: Luis Ernesto Arruda Bezerra.

O município de Areia Branca possui seis praias, sendo todas praias arenosas, a maioria com presença de recifes de arenito. A praia de Baixa Grande possui uma faixa extensa de recifes de arenito, com aproximadamente 3 km de extensão, acessíveis somente durante a maré baixa (Figura 2) e apresenta diversificada fauna bentônica, uma vez que durante a maré baixa, o acúmulo de água do mar nas

reentrâncias do recife formam poças de diversos tamanhos e profundidade (Figura 3), onde se desenvolvem comunidades compostas por espécies marinhas, onde prevalecem variedades de moluscos, crustáceos, anelídeos, corais, além de algas. Algumas espécies ocorrem apenas em áreas alagadas e outras utilizam o substrato rochoso para se fixar.

Figura 2: Área de coleta, recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



Fonte: Amanda Faustino.

Figura 3: Detalhe dos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



Fonte: Amanda Faustino.

3.2. Procedimentos de campo

As coletas foram realizadas bimestralmente de outubro de 2012 a agosto de 2013, em condições de marés baixas diurnas de sizígia, seguindo a tábua de marés para o porto de Termisa, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN).

A amostragem consistia em percorrer a região de estudo, revirando seixos e rochas maiores em busca de conchas de moluscos gastrópodos ocupadas pelos caranguejos-eremitas (Figura 4). Os indivíduos foram coletados manualmente utilizando um esforço amostral de dois coletores durante 1 hora.

Os indivíduos coletados foram colocados em sacos plásticos com água do mar e encaminhados ao laboratório.

Figura 4: Conchas de moluscos gastrópodos ocupados por caranguejos-eremitas nos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



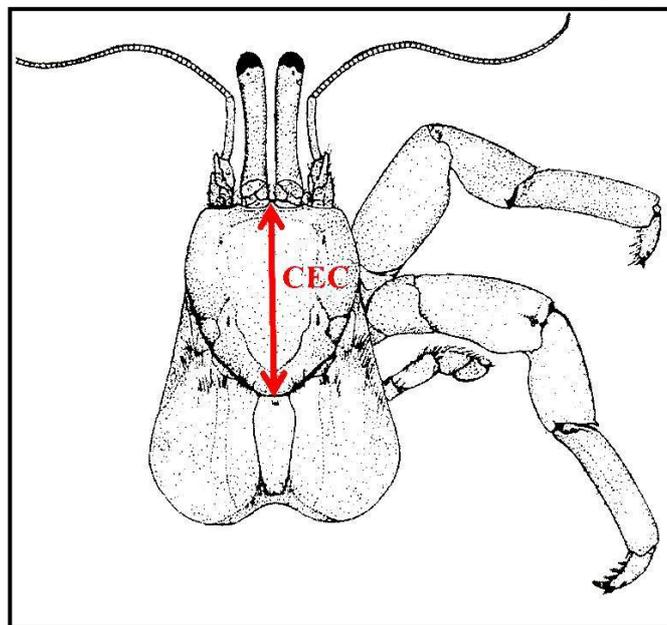
Fonte: Amanda Jácome.

3.3. Procedimentos de laboratório

No laboratório, o material coletado foi etiquetado e congelado. Em seguida os caranguejos-eremitas foram contados, retirados manualmente de suas conchas e com o auxílio de um microscópio estereoscópico (lupa) foi possível identificar os espécimes seguindo a proposta taxonômica de Melo (1999). Posteriormente foi realizada a determinação do sexo através da observação da posição dos gonóporos (fêmeas: gonóporos localizados na base do 3° par de pereiópodos; machos: gonóporos localizados na base do 5° par de pereiópodos). Os indivíduos com ambos os gonóporos foram chamados de intersexos.

Posteriormente foi realizada a medição do Comprimento do Escudo Cefalotorácico (CEC) (Figura 5), medido entre a extremidade do rostro até a região mediana da sutura cervical, com o auxílio de um paquímetro digital (± 0.01 mm de acurácia). Em seguida foram agrupados em 10 classes de tamanho com amplitude de 1 mm de CEC cada uma. Os intersexos foram excluídos do cálculo da razão sexual.

Figura 5: Comprimento do Escudo Cefalotorácico dos caranguejos-eremitas (CEC).



Fonte: Felipe Ribeiro, 2013.

A época de reprodução ou período reprodutivo foi determinado a partir da presença de fêmeas ovígeras. Para estimar a fecundidade, 21 fêmeas ovígeras de

diferentes classes de tamanho e contendo ovos na fase inicial foram selecionadas para contagem dos ovos, de acordo com a metodologia proposta por Oshiro (1999) com algumas modificações. Os pleópodos foram removidos e colocados em placas de petri com solução de hipoclorito de sódio. O número total de ovos foi então contado sob estereomicroscópio óptico.

As conchas dos gastrópodos ocupadas pelas fêmeas ovígeras selecionadas foram identificadas de acordo com Rios (2009) e aferido seu volume interno.

3.4. Análises estatísticas

Para testar a normalidade na distribuição de machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras nas classes de tamanho foi utilizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS) ($p < 0,05$). Uma análise de variância (ANOVA) ($p < 0,05$) e o teste a posteriori de Tukey foram utilizados para comparar o tamanho médio dos exemplares coletados e detectar diferenças significativas entre os tamanhos de machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras.

O teste do qui-quadrado (χ^2) ($p < 0,05$) foi utilizado para averiguar se a razão sexual da população diferia da esperada (1:1). O Teste Exato de Fisher (z) foi utilizado para testar a razão sexual entre os indivíduos de cada mês amostrado.

O índice de fecundidade média foi calculado seguindo a proposta de Anger (1995), onde a razão F:CEC corresponde a um índice de fecundidade. Um diagrama de dispersão foi gerado para a relação número de ovos vs. comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) e estes valores foram submetidos a uma análise de regressão.

Também foi realizado uma regressão linear entre a quantidade de ovos produzidos pelas fêmeas ovígeras e o volume interno (VI) das conchas por elas ocupadas.

4. RESULTADOS

4.1. Estrutura Populacional

Um total de 576 indivíduos da espécie *Clibanarius antillensis* foi coletado durante o período amostrado, dos quais 191 eram machos (33,16%), 140 fêmeas não ovígeras (24,31%), 125 intersexos (21,70%) e 120 fêmeas ovígeras (20,83%). O número total de indivíduos coletados em cada mês amostrado pode ser observado na figura 6. No mês de outubro houve a menor quantidade de indivíduos coletados (57), enquanto no mês de fevereiro obteve-se o maior número, chegando a 133 indivíduos. Já na figura 7 é possível observar a frequência média dos exemplares de cada sexo coletados nos meses estudados.

Figura 6: *Clibanarius antillensis*. Número de indivíduos coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.

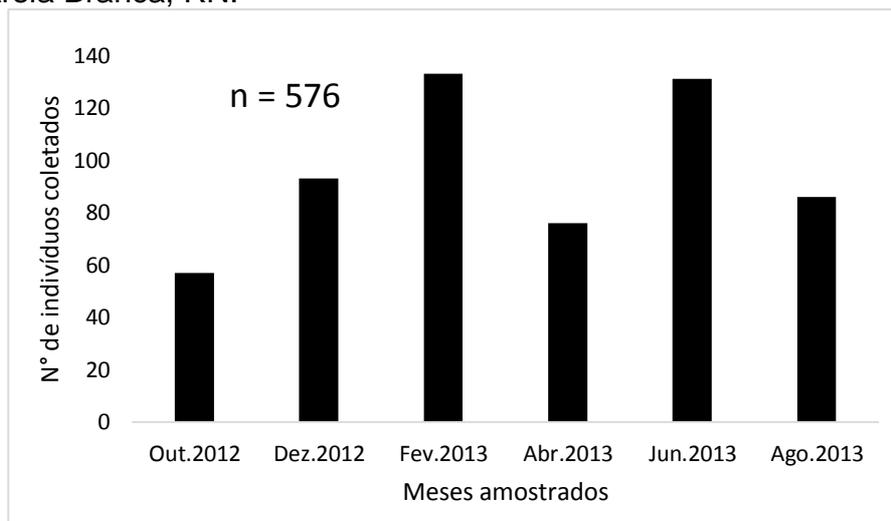
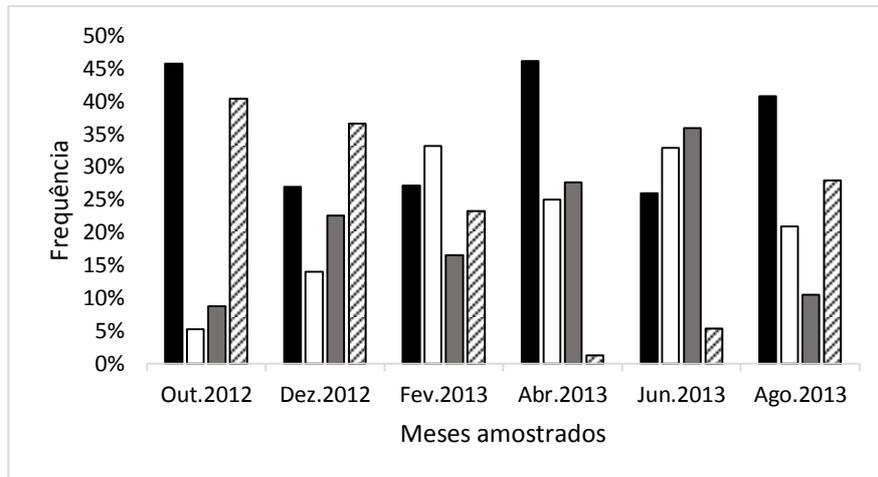
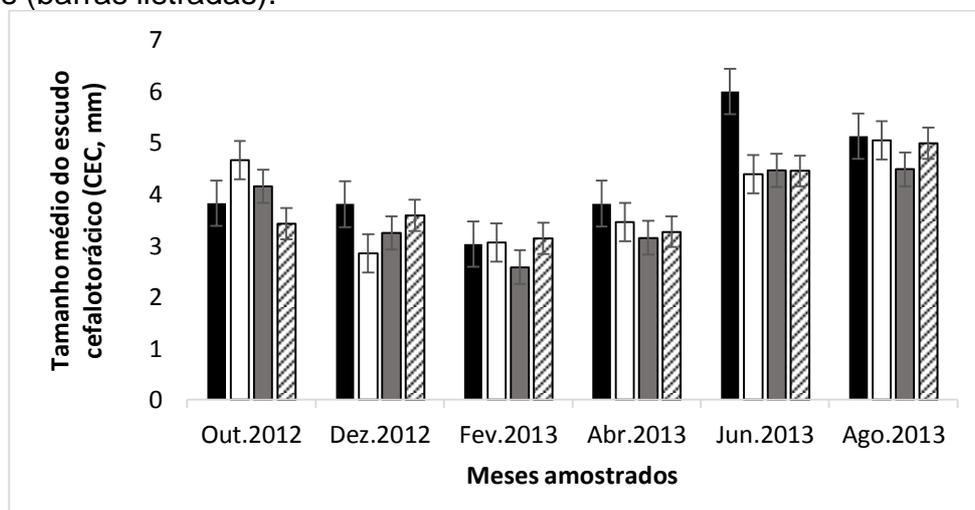


Figura 7: *Clibanarius antillensis*. Frequência média dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013 nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras (barras listradas).



O tamanho dos machos variou de 1,43 a 9,64 mm de CEC (média de $4,29 \pm 1,56$ mm); as fêmeas não ovígeras de 1,6 a 6,88 mm de CEC (média de $3,79 \pm 1,18$ mm); intersexos de 1,42 a 8,38 mm de CEC (média de $3,69 \pm 1,36$ mm) e as fêmeas ovígeras de 2,1 a 7,27 mm de CEC (média de $3,76 \pm 1,09$ mm). Os tamanhos médio dos animais coletados em cada mês amostrado está representado na figura 8.

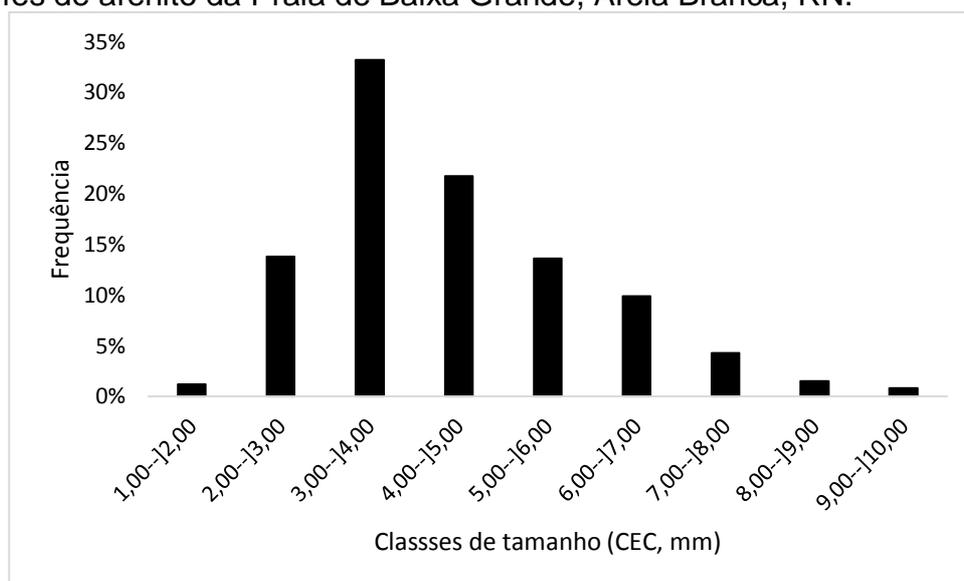
Figura 8: *Clibanarius antillensis*. Tamanho médio do escudo cefalotorácico dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013 nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas), fêmeas ovígeras (barras listradas).



Houve diferenças significativas entre os tamanhos médios de machos, fêmeas não ovígeras, fêmeas ovígeras e intersexos (ANOVA: $F = 18,841$; $p < 0,001$). Os machos foram significativamente maiores que as fêmeas não ovígeras (Tukey = 4,389; $p < 0,001$), intersexos (Tukey = 4,821; $p < 0,001$) e fêmeas ovígeras (Tukey = 4,420; $p < 0,001$). Porém não houve nenhuma diferença significativa entre o tamanho médio das fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras (Tukey = 0,213; $p > 0,05$), entre as fêmeas não ovígeras e intersexos (Tukey = 0,539; $p > 0,05$) e entre as fêmeas ovígeras e intersexos (Tukey = 0,311; $p > 0,05$).

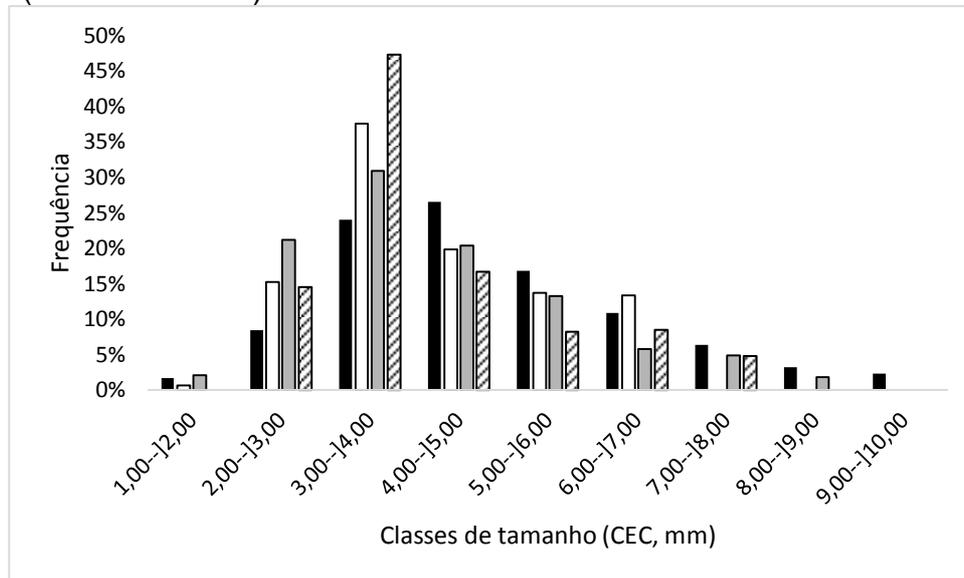
A figura 9 mostra a distribuição da frequência das classes de tamanho baseada na medição do escudo cefalotorácico (CEC) dos exemplares coletados em todo o período amostrado. A distribuição foi unimodal, com distribuição não normal (KS = 0,15; $p < 0,001$).

Figura 9: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocorrência nas classes de tamanho dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



Já a figura 10 mostra distribuição da frequência das classes de tamanho separadamente para machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras em todo o período de amostragem, na qual a distribuição se manteve unimodal com uma distribuição não normal para todo os sexos, nos machos (KS = 0,08; $p < 0,001$), fêmeas não ovígeras (KS = 0,16; $p < 0,001$), intersexos (KS = 0,14; $p < 0,001$) e fêmeas ovígeras (KS = 0,17; $p < 0,001$).

Figura 10: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocorrência nas classes de tamanho dos exemplares coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras (barras listradas).



Os machos ocorreram em 10 classes de tamanho, os intersexos em nove enquanto as fêmeas (ovígeras e não-ovígeras) ocorrem em apenas seis classes. Há a predominância de organismos nas classe de tamanho 3,00-14,00 e 4,00-15,00 mm e decréscimo gradativo a medida que se aumenta as classes de tamanho. Nos machos, a maior frequência se deu na classe de tamanho de 4,00-15,00 mm, enquanto para as fêmeas não-ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras a classe de tamanho predominante foi 3,00-14,00 mm.

A quantidade de indivíduos machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras coletados em cada mês de amostragem, além da sua respectiva razão sexual, encontra-se na tabela I. A razão sexual total foi de 1: 1,36 (M:F) e não diferiu significativamente da razão sexual esperada de 1:1 ($\chi^2 = 10,61$ $p=0,059$).

Tabela I: *Clibanarius antillensis*. Quantidade e razão sexual de indivíduos coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. *Desvios significativos da proporção de 1:1 para a razão sexual (z, $p < 0,05$).

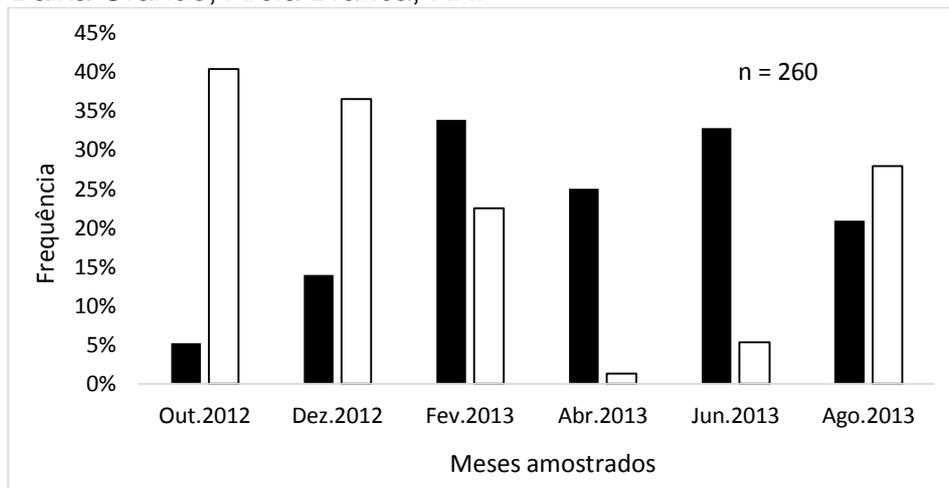
Meses amostrados	Machos	Fêmeas não ovígeras	Intersexos	Fêmeas ovígeras	Total	Razão sexual
Out. 2012	26	3	5	23	52	1:1
Dez. 2012	25	13	21	34	72	1:1,88
Fev. 2013	36	44	22	31	111	1:2,08*
Abr. 2013	35	19	21	1	55	1:0,57
Jun. 2013	34	43	47	7	84	1:1,47
Ago.2013	35	18	9	24	77	1:1,2
Total	191	140	125	120	451	1:1,36

Através do Teste Exato de Fisher (z) foi observado um desvio significativo na razão sexual esperada de 1:1 no mês de fevereiro de 2013 ($p < 0,05$), na qual a quantidade de fêmeas chegou ao dobro da quantidade de machos (1:2,08). Os demais meses amostrados não apresentaram desvios significativos na proporção esperada.

4.2. Biologia Reprodutiva

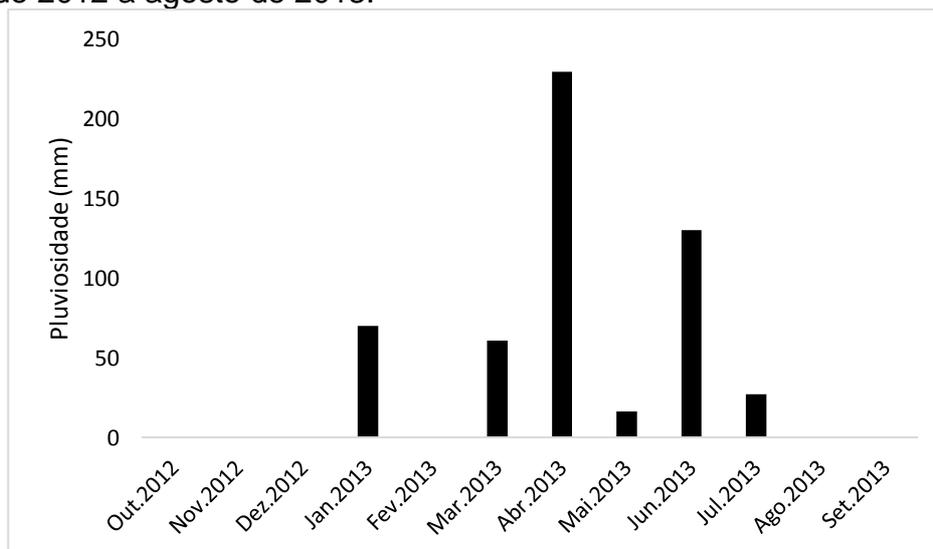
A frequência relativa do número de fêmeas ovígeras de *Clibanarius antillensis* em relação ao número de fêmeas não ovígeras da população amostrada durante o período de estudo está apresentada na figura 11.

Figura 11: *Clibanarius antillensis*. Frequência relativa do número de fêmeas não ovíferas (barras pretas) e de fêmeas ovíferas (barras brancas) coletados bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



As fêmeas ovíferas estiveram presentes em todos os meses amostrados, com maior frequência nos meses de outubro e dezembro de 2012 e agosto de 2013, meses que correspondem ao período considerado seco na região. As menores frequências ocorreram nos meses de abril e junho de 2013, quando houve o registro de chuva, como mostram as médias pluviométricas da região (Figura 12).

Figura 12: Média pluviométrica mensal da região de Areia Branca no período de outubro de 2012 a agosto de 2013.



Fonte: EMPARN.

As figuras 13 e 14 representam respectivamente os gráficos das classes de tamanho e a frequência relativa de machos e fêmeas de *C. antillensis* no período considerado chuvoso (fevereiro de 2013, abril de 2013, junho de 2013) e no período considerado seco (outubro de 2012, dezembro de 2012 e agosto de 2013), de acordo com os dados da EMPARN.

Figura 13: *Clibanarius antillensis*. Frequência relativa das classes de tamanho de machos (barras pretas) e fêmeas (barras brancas) no período chuvoso, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.

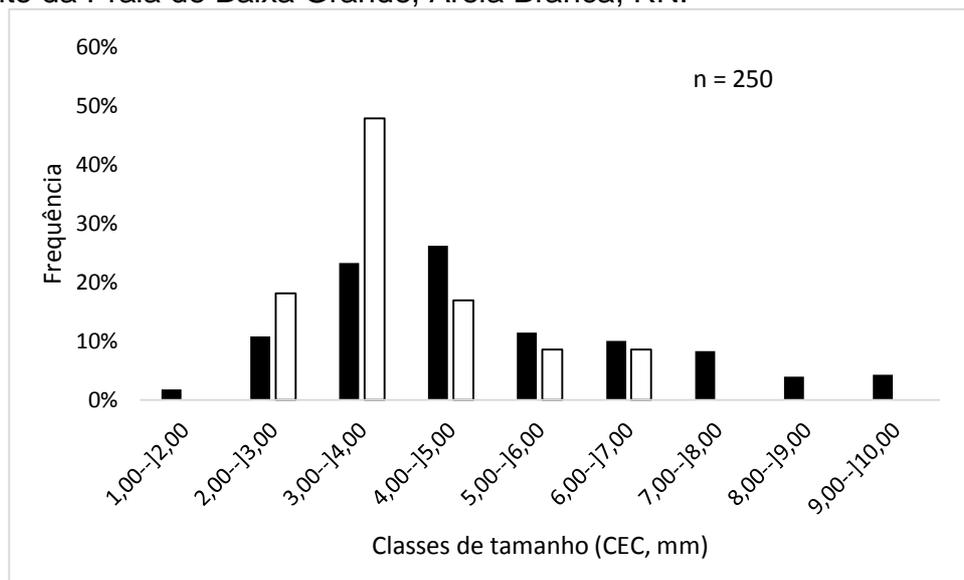
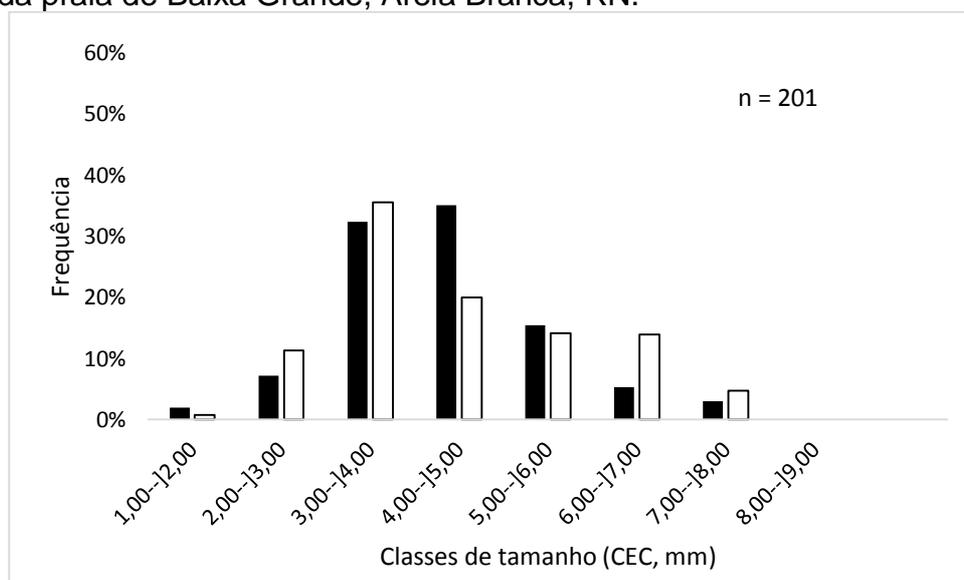


Figura 14: *Clibanarius antillensis*. Frequência relativa de classes de tamanho de machos (barras pretas) e fêmeas (barras brancas) no período seco, nos recifes de arenito da praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



É possível observar no período tido como chuvoso uma maior frequência de fêmeas na classe de tamanho de 3,00--]4,00 mm, um número reduzido na frequência das classes 5,00--]6,00 mm e 6,00--]7,00 mm e ausência nas classes maiores (7,00--]8,00 mm em diante). No período tido como seco há também uma maior frequência de fêmeas na classe de tamanho 3,00--]4,00 mm.

Já os machos obtiveram maior frequência nas classes 3,00--]4,00 e 4,00--]5,00 durante ambos períodos, porém atingiram durante o período chuvoso maiores classes de tamanho (8,00--]9,00 mm e 9,00--]10,00 mm).

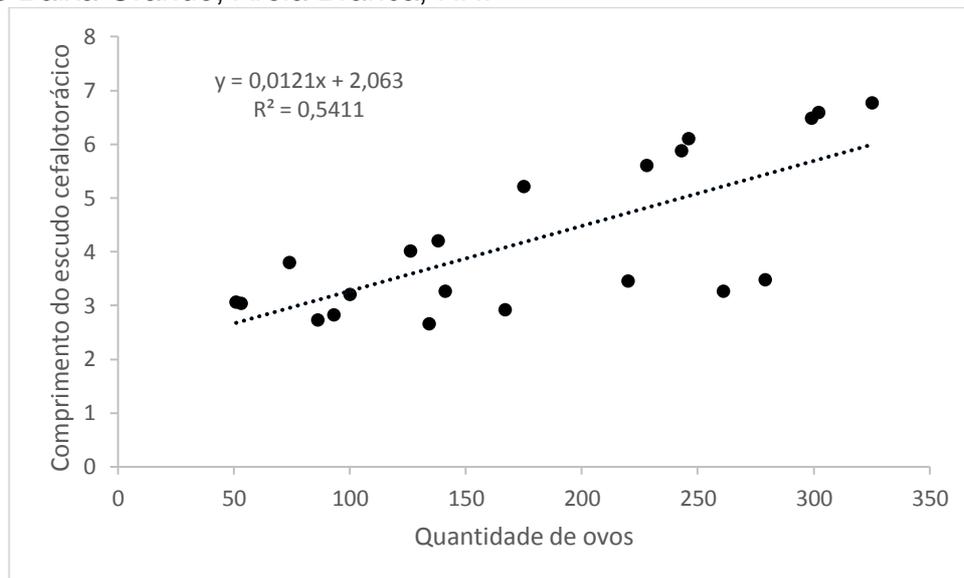
O número médio de ovos foi de $178,14 \pm 85,61$ variando de 51 ovos (CEC = 3,21 mm) a 325 ovos (CEC = 6,77 mm). O índice de fecundidade média (F:CEC) foi de $178,14 \pm 87,72$. A tabela II apresenta as diferentes taxas de fecundidade observadas para as diferentes classes de tamanhos.

Tabela II: *Clibanarius antillensis*. Fecundidade média por classes de tamanho das fêmeas ovígeras coletadas bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN. N = (quantidade de fêmeas ovígera em cada classe de tamanho), fecundidade média (número de ovos).

Classes de tamanho	de N	Fecundidade média	Desvio Padrão
2,00--]3,00	4	480	$\pm 32,74$
3,00--]4,00	8	1179	$\pm 87,58$
4,00--]5,00	2	264	± 6
5,00--]6,00	3	646	$\pm 29,17$
6,00--]7,00	4	1172	$\pm 28,93$

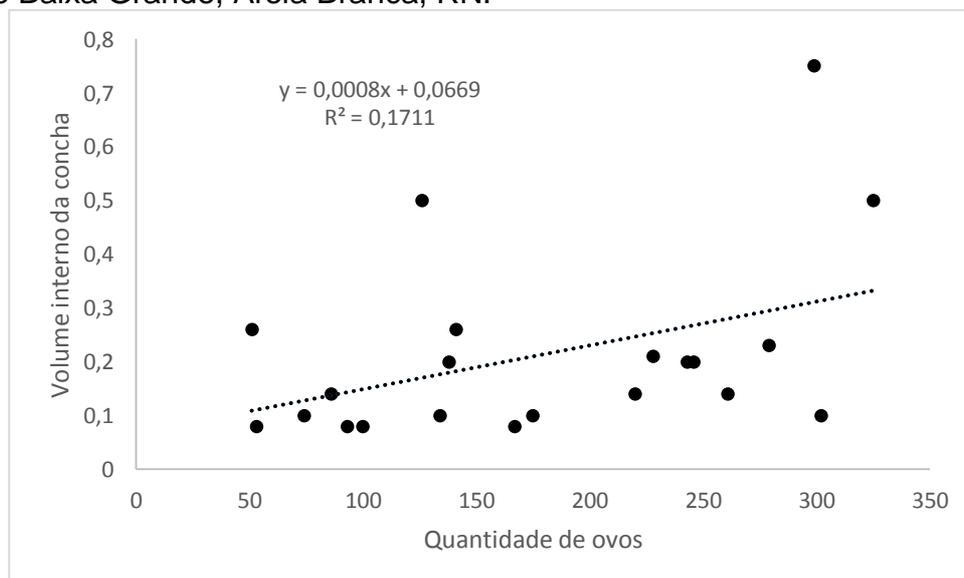
Há uma relação positiva do comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) em função do número de ovos por fêmeas ovígeras que encontra-se representada na figura 15. O modelo de regressão linear pelo qual o número de ovos pode ser estimado quando for conhecido o comprimento do escudo cefalotorácico de *C. antillensis* na praia de Baixa Grande pode ser expresso através da seguinte equação: $Y = 0,0121X + 2,063$, $R^2 = 0,5411$. No qual Y é quantidade de ovos; X é o comprimento do escudo cefalotorácico e R^2 é o coeficiente de regressão.

Figura 15: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear do comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) pelo número de ovos de fêmeas ovígeras coletadas bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



A figura 16 mostra o gráfico da regressão linear feita entre o volume interno das conchas ocupadas pelas fêmeas ovígeras selecionadas e a quantidade de ovos. O coeficiente de correlação entre a variável independente, quantidade de ovos e a variável dependente volume interno da concha foi $R^2 = 0,17$.

Figura 16: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear entre o volume interno da concha e a quantidade de ovos das fêmeas ovígeras selecionadas do total coletado bimestralmente, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, nos recifes de arenito da Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



5. DISCUSSÃO

O tamanho médio dos animais amostrados na praia da Baixa Grande, (machos: $4,29 \pm 1,56$ mm; fêmeas não ovígeras: $3,79 \pm 1,18$ mm; intersexos: $3,69 \pm 1,36$ mm; e fêmeas ovígeras: $3,76 \pm 1,09$ mm) foi maior do que o encontrado para outras populações subtropicais de *Clibanarius antillensis*, mas menor do que o reportado para outra população tropical. Turra & Leite (1999) encontraram tamanhos médios de $3,47 \pm 1,18$ mm para machos; $2,90 \pm 0,81$ mm para fêmeas não-ovígeras; e $2,65 \pm 0,79$ mm e para fêmeas ovígeras (intersexos não foram analisados) em uma população do litoral de São Paulo. Similarmente, Negreiros-Fransozo *et al.* (2002) também no litoral de São Paulo, reportaram tamanhos médios de $3,23 \pm 0,85$ mm para machos; e $3,10 \pm 0,89$, para fêmeas não-ovígeras (intersexos e fêmeas ovígeras não foram analisados). Por outro lado, Oliveira (2010) estudando uma população na Praia do Pacheco, Ceará, encontrou tamanhos médios de $6,16 \pm 1,7$ mm para machos, $4,9 \pm 1,7$ mm para fêmeas não ovígeras e de $5,2 \pm 1,1$ mm para fêmeas ovígeras (intersexos não foram analisados).

Com relação ao dimorfismo sexual de tamanho, os machos da população de *C. antillensis* da praia da Baixa Grande foram significativamente maiores do que as fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras, não houve diferenças entre intersexos e fêmeas (ovígeras e não ovígeras), bem como entre fêmeas (ovígeras e não ovígeras). Outros estudos com *C. antillensis*, como os de Oliveira (2010) no Ceará, Argüelles *et al.* (2009) no México, e os de Negreiros-Fransozo *et al.* (1991) e Turra & Leite (1999) em São Paulo, também reportaram machos significativamente maiores do que fêmeas. Isso se dá, provavelmente, porque durante o crescimento as fêmeas concentram sua energia no desenvolvimento das gônadas (DIAZ & CONDE, 1989) enquanto os machos atingem grandes tamanhos uma vez que machos grandes têm mais chances de obter fêmeas para cópula e vencer combates interespecíficos (CHRISTY & SALMON, 1984).

Tal fato pode ser comprovado pelo estudo de Asakura & Kikuchi (1984) com *Diogenes nitidimanus* Terao, 1913, que relatou que os fatores mais importantes na hierarquia competitiva dos sistemas de acasalamento dos ermitões são o tamanho do corpo e da quela. Em experimentos de laboratório, machos maiores sempre venceram a competição por fêmeas maduras, corroborando a hipótese da seleção sexual de Abrams (1988).

O padrão de dimorfismo sexual em relação ao tamanho dos indivíduos é característico em crustáceos decápodos, tendo registros em várias espécies de caranguejos-eremitas (TURRA & LEITE, 2000; BENVENUTO & GHERARDI, 2001; LITULO, 2005; MANTELATTO *et al.*, 2007; AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008). Estudos realizados com *C. vittatus*, tanto nas populações do Hemisfério Norte (FOTHERINGHAM, 1975;) como nas do Sul (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1991; TURRA & LEITE, 2000) revelaram que os machos estão presentes nas maiores classes de tamanho, e sua classe modal é sempre maior do que a das fêmeas. O mesmo foi evidenciado nos estudos com *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) por Martinelli *et al.* (2002) e Bertini *et al.* (2004); *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1858) (NEGREIROS-FRANSOZO *etal.*, 1991; MANTELATTO *et al.*, 2005); *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO, 1992; MANTELATTO & SOUSA, 2000); *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (FRANSOZO & MANTELATTO, 1998); *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758) (BERTINI & FRANSOZO, 2000) e *Paguristes erythropus* Holthuis, 1959 (GARCIA & MANTELATTO, 2001).

Adicionalmente, as menores taxas de crescimento de fêmeas pode se dar devido à uma pressão ambiental causada pelo número reduzido de conchas adequadas ao seu tamanho ou utilização de conchas menores que limitam seu crescimento (VANCE, 1972). O fato de fêmeas estarem ausentes nas classes de tamanho maiores está relacionado com a senescência reprodutiva. Vale ressaltar também que a ausência de indivíduos maiores numa população pode ser devido escassez de conchas na natureza (BRANCO, 2002).

O padrão de distribuição mensal da população de *C. antillensis* na praia de Baixa Grande se mostrou heterogêneo, variando de 57 a 133 indivíduos por mês. Essa variação temporal da abundância dos indivíduos pode estar relacionada a fatores abióticos como temperatura e incidência de chuvas, aspectos do ciclo de vida natural, mortalidade e/ou migração devido competição (MANTELATTO, 2007).

A distribuição da frequência de classes de tamanho encontrada na população de *C. antillensis* na praia de Baixa Grande foi unimodal, refletindo em uma população estável, uma vez que apresenta um recrutamento contínuo, sem interrupção de classes e taxas de mortalidade constantes (DÍAZ & CONDE, 1989).

Segundo Thurman (1985) a distribuição de frequências de tamanho é o parâmetro mais usado para caracterizar a estrutura populacional uma vez que, ao

longo do ano, ocorrem modificações na taxa de reprodução, no recrutamento e na mortalidade dos indivíduos. Este padrão é comumente observado em outros crustáceos decápodos localizados em regiões tropicais, onde as mudanças climáticas sazonais são menos acentuadas (WARNER, 1967; DÍAZ & CONDE, 1989; BEZERRA & MATTHEWS-CASCON, 2006).

Contudo, mesmo populações de áreas subtropicais podem apresentar distribuições unimodais. Negreiros-Fransozo *et al.* (2002) e Garcia & Mantelatto (2001) estudando respectivamente *C. antillensis* e *Paguristes erythropros* no litoral de São Paulo, sudeste do Brasil, observaram padrão unimodal de distribuição. Do mesmo modo, Mantelatto *et al.* (2005) e Ayres-Peres & Mantelatto (2008) em estudos no litoral de São Paulo com *Pagurus brevidactylus* e *Loxopaguros loxochelis*, respectivamente, também encontraram distribuição unimodal, com reprodução contínua ao longo do ano.

Já populações de áreas subtropicais comumente apresentam distribuição de frequência bi-modal ou polimodal. Branco (2002) e Martinelli *et al.* (2002), encontraram uma distribuição do tipo bi-modal para populações de *Dardanus insignis* (de Saussure, 1858) da Praia da Armação, Santa Catarina e de Ubatuba, São Paulo, respectivamente. Com relação as espécies do gênero *Clibanarius*, distribuições de frequência do tipo bi-modal foram encontradas por Turra & Leite (2004) para populações de *Clibanarius vittatus* Bosc, 1802 e *C. sclopetarius* (Herbst, 1796) no canal de São Sebastião, São Paulo; e para *C. antillensis* em Praia Grande, São Paulo; e do tipo polimodal por Litulo (2005) para uma população de *C. longitarsus* (De Haan, 1849) em um manguezal tropical do sudeste de Moçambique. Vale ressaltar que mesmo espécies tropicais de crustáceos podem apresentar uma distribuição de frequência bi-modal, como encontrado por Bezerra & Matthews-Cascon (2006) para a espécie *Uca (Minuca) thayeri* em um manguezal tropical do Rio Pacoti, Ceará.

A razão sexual encontrada no presente estudo (1:1,36) não diferiu significativamente do esperado de 1:1. Segundo Fisher (1930), a proporção entre machos e fêmeas é uma característica que reflete o equilíbrio populacional e a seleção natural beneficia essa proporção igual entre os sexos. Estudos voltados à estruturação populacional em crustáceos vem sendo realizado por pesquisadores que defendem a existência da mesma frequência para machos e fêmeas, na proporção de 1:1 (MACARTHUR, 1961; LEIGH, 1970). Entretanto, outros estudiosos,

como Darnell (1962) e Conover (1965) ressaltam a existência de evidentes desvios nesta proporção.

Porém, em populações de caranguejos eremitas, as fêmeas tendem a ser mais numerosas que os machos (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1991; NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO, 1992; REIGADA & SANTOS, 1997; FRANSOZO & MANTELATTO, 1998; TURRA & LEITE, 1999; MANTELATTO & SOUSA, 2000; OLIVEIRA, 2010). De fato, Litulo (2005), estudando uma população de *C. longitarsus* de Moçambique, Turra *et al.* (2002) e Bertini & Fransozo (2000), para as populações de *P. diogenes* estudadas em Santa Catarina e São Paulo, respectivamente, encontraram mais fêmeas do que machos. Turra & Leite (2000), afirmam que isso pode ocorrer devido as altas taxas de mortalidade dos machos e devido a dispersão espacial distinta para ambos os sexos. Diferenças na longevidade e crescimento entre os sexos, migração e reversão sexual também podem ser responsáveis por desvios significativos da proporção de 1:1 (WENNER, 1972).

Contudo, vale salientar que populações de caranguejos eremitas com razões sexuais desviadas em favor dos machos têm sido reportadas, como por exemplo, a população de *L. loxochelis* estudada por Ayres-Peres & Mantelatto (2008) em Caraguatatuba e Ubatuba, com os autores admitindo ser esse um padrão anômalo, que pode ter ocorrido devidos a falhas amostrais, embora as fêmeas tenham sido mais numerosas nas classes de tamanho inferiores. Da mesma forma, Turra & Leite *et al.* (2003) também reportaram desvios em favor dos machos para as populações de *C. antillensis*, *Calcinus tibicen* e *Pagurus criniticornis* amostrados no Parque Estadual Marinho de Paripueira, Alagoas, que podem ter se dado devido a diferenças comportamentais entre os sexos. De acordo com Wenner (1972), em muitos crustáceos marinhos a razão sexual de 1:1 não ocorre devido a diferenças nas taxas de natalidade ou taxas de mortalidade entre os sexos, na longevidade, no crescimento, migração e reversão sexual.

Somente no mês de fevereiro de 2013 a razão sexual diferiu significativamente, apresentando o dobro de fêmeas com relação aos machos (1:2,08), tal fato pode ser relacionado a reversão sexual e aumento da taxa de mortalidade e/ou migração dos machos. Ainda, diferenças na razão sexual podem se dar por problemas de amostragem, uma vez que os indivíduos podem se distribuir irregularmente ao longo da praia. Argüelles *et al.* (2009), estudando uma

população de *C. antillensis* na praia de Montepio, México, encontraram uma maior proporção de machos nas áreas inferiores da praia, de fêmeas ovígeras nas áreas superiores, enquanto as fêmeas não ovígeras se distribuíram igualmente ao longo de toda a praia.

A fecundidade é apontada como uma das principais características da biologia reprodutiva de um organismo. Em crustáceos decápodos, a fecundidade pode apresentar variações sazonais e latitudinais (NYBLADE, 1974). Essas variações têm sido relacionadas a vários fatores, tais como o tamanho e o peso das fêmeas, os cuidados durante a incubação, a taxa de sobrevivência das larvas, as condições ambientais em diferentes latitudes e a capacidade adaptativa da espécie ao habitat (MANTELATTO & FRANSOZO, 1997).

Comumente, em áreas temperadas os crustáceos tendem a ter uma reprodução sazonal com picos nos meses quentes, enquanto os crustáceos nas regiões tropicais e subtropicais geralmente apresentam reprodução contínua ao longo do ano ou concentrada nos meses de verão, pois na proximidade dos trópicos, as condições ambientais são favoráveis para o desenvolvimento das gônadas (ASAKURA & KIKUCHI, 1984). Contudo, ambos os tipos de reprodução podem ocorrer nas áreas tropicais e subtropicais (LITULO, 2005; TURRA & LEITE, 2004). TURRA & LEITE (2000) ressaltam a relação do período reprodutivo de caranguejos-eremitas com a sazonalidade das variáveis abióticas e a história evolutiva da espécie no local e não com a ligação taxonômica ou geográfica das espécies.

O presente estudo observou a presença de fêmeas ovígeras de *C. antillensis* durante todo o ano, indicando um processo reprodutivo contínuo assim como demonstrado em alguns trabalhos realizados na costa brasileira com *C. antillensis* (TURRA & LEITE, 1999; OLIVEIRA, 2010), *Paguristes tortugae* (MANTELATTO & SOUSA, 2000), *Paguristes erythrops* (GARCIA & MANTELATTO, 2001), e *Petrochirus diogenes* (BERTINI & FRANSOZO, 2004). Outros estudos mostraram populações com ciclos sazonais (descontínuos), tais como a de *Calcinus tibicen* e *Petrochirus diogenes* estudada por Fransozo & Mantelatto (1998) e Bertini & Fransozo (2000), respectivamente, no litoral de São Paulo. Esta variabilidade no aspecto reprodutivo sugere elevada plasticidade da espécie em se adequar às condições ambientais e à coexistência com outras espécies, como forma de evitar a competição e perda de benefícios para os envolvidos (MARTINELLI *et al.*, 2002).

A maior frequência de fêmeas ovígeras na praia de Baixa Grande ocorreu no período considerado seco, com pico reprodutivo associado ao período de escassez de chuvas da região. Essa característica pode ser associada ao mecanismo de adaptação, uma vez que a maior parte do tempo não ocorre precipitação e as chuvas que caíram foram bem abaixo da média histórica da região (546,5 ml), favorecendo assim o processo reprodutivo contínuo. Ao contrário do observado no estudo de Oliveira (2010) realizado no Ceará com a mesma espécie, que apresentou pico reprodutivo no período de chuvas.

Não foi constatada diferença significativa no tamanho de fêmeas nos períodos chuvoso e seco, uma vez que esses organismos estão alocando sua energia na reprodução e não no crescimento. Diferente do que ocorreu com os machos, o qual se observou um aumento de tamanho durante o período chuvoso, passando a ocupar classes de tamanho de 8,00--]9,00mm e 9,00--]10,00mm. Esse fato pode ter ocorrido devido a disponibilidade maior de recursos alimentícios utilizados por esses organismos para o crescimento.

A taxa de fecundidade média de *C. antillensis* na praia de Baixa Grande ($178,14 \pm 87,72$) foi muito semelhante a observada na praia do Pacheco, Ceará ($165,09 \pm 154,48$ ovos) (OLIVEIRA, 2010); porém, inferior a encontrada por Turra & Leite (1999) em Praia Grande, São Paulo ($637,1 \pm 762,7$ ovos). Essas diferenças no número médio de ovos encontrados para populações de uma mesma espécie podem ser reflexo das condições ambientais, especialmente em relação à disponibilidade de alimento. De maneira geral, espécies de menores latitudes são menos fecundas que espécies de maiores latitudes (LEVIN & BRIDGES, 1995).

No presente estudo a fecundidade variou com o tamanho das fêmeas, com as maiores quantidades de ovos sendo produzidas por fêmeas maiores. A análise de regressão entre o CEC e o número de ovos, mostrou que há uma correlação entre essas duas variáveis, mostrando que, quanto maior o tamanho da fêmea, maior a quantidade de ovos que pode carregar. Tal fato comprova que essa espécie acompanha o modelo esperado para crustáceos (TURRA & LEITE, 2001; MANTELATTO *et al.*, 2002; MACPHERSON & RAVENTOS, 2004).

Porém houve variação na quantidade de ovos observados dentro de uma mesma classe de tamanho. Esse fenômeno indica um provável processo de desova múltipla na estação reprodutiva ou pode ter sido causado devido a utilização de

conchas de tamanho inadequado, fertilização incompleta ou até mesmo perda acidental de ovos devido a ataques de parasitas (AMEYAW-AKUMFI, 1975; MANTELATTO & GARCIA, 1999; MANTELATTO *et al.*, 2002; IOSSI *et al.*, 2005).

Nos caranguejos-eremitas, a reprodução está fortemente conectada à utilização das conchas de gastrópodos, uma vez que o uso de conchas danificadas ou inadequadas ao seu tamanho tendem a resultar em uma menor taxa de fecundidade. Conchas muito grandes vão exigir um gasto extra de energia para serem carregadas e conchas muito pequenas vão limitar o crescimento dos organismos, gerar problemas na acomodação e oxigenação dos ovos produzidos por esses crustáceos (CHILDRESS, 1972; FOTHERINGHAM, 1976).

O resultado da regressão linear entre a quantidade de ovos e o volume interno das conchas foi baixo, porém mostrou uma relação direta entre a quantidade de ovos produzido pelas fêmeas e o volume interno das conchas. As fêmeas podem produzir mais ovos a medida que há mais espaço interno nas concha que ocupam. Haja vista que o volume interno sendo maior acomoda e protege melhor a massa de ovos, fato já observado por Fotheringham (1976), Siu & Lee (1992) e Reddy & Biseswar (1993).

O ideal para fêmeas ovígeras seria ocupar conchas com volume interno maior, porém há uma disputa intraespecífica com os machos por tais conchas, na qual esses possuem mais vantagens, em virtude do seu maior tamanho corporal. Restando assim, as conchas menores, com menor volume interno para serem ocupadas pelas fêmeas de modo geral.

Segundo Mantelatto *et al.* (2002) a fecundidade observada para *P. tortugae* foi maior quando as fêmeas ovígeras ocuparam conchas com volume interno maior, como as conchas de *P. auritula*. Quando esse padrão de ocupação não é possível, algumas estratégias reprodutivas são desenvolvidas pelas fêmeas para compensar, como baixa fecundidade, processo reprodutivo contínuo e maturidade precoce, como já observados por Mantelatto & Dominciano (2002) com populações de *P. tortugae* na ilha de Anchieta/SP.

Entretanto, apesar da correlação positiva entre número de ovos e volume interno da concha, esta correlação foi mais fraca do que entre número de ovos e tamanho das fêmeas, mostrando que a fecundidade da população de *C. antillensis* da praia da Baixa Grande é mais dependente do tamanho da fêmea do que do volume interno da concha utilizado.

6. CONCLUSÃO

A população de caranguejo-eremita *Clibanarius antillensis* Stimpson, 1859, nos recifes de arenito presentes na praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte apresentou distribuição das classes de tamanho unimodal, indicando processo reprodutivo contínuo, comumente apresentado por caranguejos-eremitas em áreas tropicais.

Houve registro de fêmeas ovígeras em todos os meses de amostragem, porém nos meses que ocorreram precipitação o número de fêmeas ovígeras foi reduzido. Revelando, portanto, uma possível adaptação desses organismos ao clima da região e a ausência de chuvas.

A razão sexual total não diferiu significativamente da razão sexual esperada de 1:1. A fecundidade média foi de 178,14 ovos e as regressões lineares mostraram relação positiva na quantidade de ovos produzidos e o comprimento do escudo cefalotorácico das fêmeas ovígeras, bem como o volume interno das conchas ocupadas por estas fêmeas.

A diferença na quantidade de ovos produzidos numa mesma classe de tamanho pode ser explicado pelo processo de múltiplas desovas, fertilização incompleta ou perda de ovos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, P. A. Sexual differences in resource use in hermit crab: consequences and causes. In: CHELAZZI, G.; VANNI, M. (Ed.). **Behavioral adaptations to intertidal life**, Plenum, New York, 1988. p. 283-296.

AMEYAW-AKUMFI, C. The breeding biology of two sympatric species of tropical intertidal hermit crabs, *Clibanarius chapini* and *C. senegalensis*. **Marine Biology**, v.29, p.15-28, 1975.

ARGÜELLES, T. A.; ÁLVAREZ, F & ALCARAZ, G. Shell architecture and its relation to shell occupation by the hermit crab *Clibanarius antillensis* under varying conditions of wave action. **Scientia Marina**, v. 73, n. 4, p. 717-723, 2009.

ANGER, K. The conquest of freshwater and land by marine crabs: adaptations in life-history patterns and larval energetic. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.193, p. 119-145, 1995.

AYRES-PERES, L. & MANTELATTO, F. L. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxocheles* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do estado de São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, n.1, p. 28-35, 2008.

ASAKURA, A. & KIKUCHI, T. Population ecology of the sand dwelling hermit crab, *Diogenes nitidimanus*. **Publications Amakusa Marine Biological Laboratory**, v. 2, p. 109-123, 1984.

BACH, C. B.; HAZLETT, B. A. & RITTSCHOF, D. Effects of interspecific competition on the fitness of the hermit crab *Clibanarius tricolor*. **Ecology**, v. 57, p. 579–586, 1976.

BENVENUTO, C. & GHERARDI, F. Population structure and shell use in the hermit crab, *Clibanarius erythropus*: a comparison between Mediterranean and Atlantic

shores. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K.**, v. 81, p.77-84, 2001.

BERTINI, G. & FRANSOZO, A. Population dynamics of *Petrochirus diogenes* (Crustacea, Anomura, Diogenidae) in Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustacean Issues**, v. 12, p.331-342, 2000.

BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & BRAGA, A. A. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. **Journal of Natural History**, v.38, n. 18, p. 2331-2344, 2004.

BEZERRA, L. E. A. & MATTHEWS-CASCON, H. Population structure of the fiddler crab *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical mangrove of northeast Brazil. **Thalassa**, v. 22, n. 1, p. 65-74, 2006.

BIAGI, R.; MEIRELES, A. L.; SCELZO, M. A. & MANTELATTO, F. L. Comparative study of shell choice by the southern endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* from Brazil and Argentina. **Revista Chilena de História Natural**, v.79, p. 481 – 487, 2006.

BRANCO, J. O. Population biology and growth of the hermit crab *Dardanus insignis* at Armação do Itapocoroy, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K.**, v. 82, n.4, p. 597-604, 2002.

CARLON, D. B. & EBERSOLE, J. P. Life-history variation among three temperate hermit crabs: The importance of size in reproductive strategies. **Biological Bulletin**, v. 188, p. 329-337, 1995.

CASTIGLIONI, D. S. & SANTOS, S. Population structure of *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 (Brachyura, Grapsidae) in the Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brazil. **Nauplius**, v. 8, n. 2, p. 173-178, 2000.

CHILDRESS, J. R. Behavioral ecology and fitness theory in a tropical hermit crab. **Ecology**, v. 53, p. 960-64, 1972.

CHRISTY, J. H. & SALMON, M. Ecology and evolution of mating system of fiddler crabs (genus *Uca*). **Biological Review**, v. 59, p. 483-599, 1984.

CONOVER, M. R. Notes on the molting cycle, development of sexual caracteres and sex ratio in *Calanus hyperboreus*. **Crustaceana**, v.8 p.308-320, 1965.

DARNELL, R. M. Sex ratio: Aquatic animals. In: ALTMAN, P. L.; DITTMER, D. S. (ed.), **Growth**, Federation of America Societies for Experimental Biology, Washington, D.C: 1962. 608p.

DIAZ, H. & CONDE, J. E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, v. 45, n.1, p. 148-163, 1989.

EMMERSON, W. D. Seasonal breeding cycles and sex ratio of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. **Journal of Crustacean Biology**, v. 14, n. 3, p. 568-578, 1994.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection**. Dover, 2nd edition. 1930. 291p.

FOREST, J. & SAINT LAURENT, M. Campagne de la Calypso au large des cotes Atlantiques de l'Amérique du sud (1961-1962) I. 6. Crustacés Décapodes: Pagurides. **Annales de l'Institut océanographique**, v. 45, n.2, p. 47-169, 1967.

FOTHERINGHAM, N. Structure of seasonal migrations of the littoral hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 18, p. 47-53, 1975.

FOTHERINGHAM, N. Hermit crab shells as a limiting resource (Decapoda, Paguridae). **Crustaceana**, v. 31, n. 2, p. 193-199, 1976.

FLOETER, S. R. Patterns of shell utilization and selection in two sympatric hermit crabs (Anomura: Diogenidae) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U.k**, United Kingdom, v. 80, n. 6, p. 1053- 1059, 2000.

FRANSOZO, A. & MANTELATTO, F. L. Population structure and reproductive period of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae) in the region of Ubatuba, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v.18, n. 4, p. 738-745, 1998.

GARCIA, R. B. & MANTELATTO, F. L. Shell selection by the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) Anomura, Diogenidae/ from Southern Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 265, 1–14, 2001.

HAZLETT, B. A. Social behavior of the Paguridae and Diogenidae of Curacao. **Studies Fauna Curacao**, v.23, p. 1-143, 1966.

HAZLETT, B. A. The behavioral ecology of hermit crabs. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.12, p. 1- 22, 1981.

INGLE, R. W. Hermit crabs of the northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. An illustrated key, Chapman & Hall, **Natural History Museum Publications**, London, 1993.

IOSSI, C. L.; BIAGI, R. & MANTELATTO, F. L. Egg reproduction and shell relationship of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from southern Brazil. **Animal Biology**, v.55, n. 2, p. 111-121, 2005.

LEIGH, JR. E. G. Sex ratio and differential mortality between the sexes. **American Naturalist**, v. 104, p. 205-210, 1970.

LEVIN, L. A. & BRIDGES, T. S. Pattern and diversity in reproduction and development, p. 1-48. In McEdward, L. (Ed.). Ecology of marine invertebrate larvae, CRC Press, 464p. New York, 1995.

LITULO, C. Population structure and reproduction of the hermit crab *Dardanus deformis* (Anomura: Diogenidae) in the Indian Ocean. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, v. 85, p. 883-887, 2005.

MACARTHUR, R. H. Population effects of natural selection. **American Naturalist**, v. 95, p.195-199, 1961.

MACPHERSON, E. & RAVENTOS, N. Population structure and reproduction of three sympatric hermit crabs in the northwestern Mediterranean. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K.**, v. 84, p. 371-376, 2004.

MANTELATTO, F. L. M. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil.** Tese (Doutorado), 1995.147p. Instituto de Biociências – Botucatu – Universidade Estadual Paulista.

MANTELATTO, F. L. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. **Crustacean Issues**, v.12, p. 431-443, 2000.

MANTELATTO, F. L. Pattern of shell utilization by the hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, southern Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 3, p. 265-272, 2002.

MANTELATTO, F. L. Population structure and growth of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from the northern coast of São Paulo, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K.**, v. 85, n. 1, p. 127-128, 2005.

MANTELATTO, F. L. Population and reproductive features of the western Atlantic hermit crab *Pagurus criniticornis* (Anomura, Paguridae) from Anchieta Island, Southeastern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 3, p. 314-320, 2007.

MANTELATTO, F. L. M. & DOMINCIANO, L. C. C. Pattern of shell utilization by the hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, southern **Brazil Scientia Marina**, v. 66, n. 3, p. 265-272. 2002.

MANTELATTO, F. L. M. & FRANSOZO, A. Fecundity of the crab *Callinectes ornatos* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, v. 70, n. 2, p. 214-226, 1997.

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

MANTELATTO, F. L. & SOUSA, L. M. Population biology of the hermit crab *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Anomura, Diogenidae) from Anchieta Island, Ubatuba, Brazil. **Nauplius**, v. 8, n. 2, p. 185-193, 2000.

MARTINELLI, J. M.; MANTELATTO, F. L. & FRANSOZO, A. Population structure and breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, v. 75, n.6, p. 791-802, 2002.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuroidea e Astacidea**. Ed. Plêiade, São Paulo: 1999. 551p.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L; FRANSOZO, A. & HEBLING, N.J. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha ocupada por 4 espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral de São Paulo. **Biotemas**, v.4, n. 2, p. 135 -148, 1991.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. & FRANSOZO, A. Estrutura populacional e relação com a concha em *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Decapoda, Diogenidae), no Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Naturalia**, v. 17, p. 31-42, 1992.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; COLPO, K. D. & COSTA, T. M. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. **Journal of Crustacean Biology**, v. 23, n. 2, p. 273-279, 2002.

NYBLADE, C. F. **Coexistence in sympatric hermit crabs**. University of Washington, Seattle, Seattle, 1974.

OLIVEIRA, I. A. P. **Padrão de ocupação de conchas de gastrópodos por caranguejoseremitas e aspectos populacionais de *Clibanarius antillensis* (Stimpson, 1859) (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) na Praia do Pacheco (Caucaia – CE)**. 2010. Monografia - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

OSHIRO, L. M. Y. Aspectos reprodutivos do caranguejo guaia *Menippe nodifrons* Stimpson (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 827-834, 1999.

REDDY, T. & BISESWAR, R. Patterns of shell utilization in two sympatric species of hermit crabs from the Natal coast (Decapoda, Anomura, Diogenidae). **Crustaceana** v. 65, n. 1, p.13-24, 1993.

REIGADA A. L. D & SANTOS, S. Biologia e relação com a concha em *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Diogenidae) em São Vicente, SP, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia do Paraná**, v. 40, n. 4, p. 941-952, 1997.

RIBEIRO, F. B. **Ecologia e biologia reprodutiva de duas espécies de caranguejos-ermitões (decapoda: anomura: diogenidae): uma abordagem latitudinal**. 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Do Mar (Labomar), Universidade Federal Do Ceará, Ceará.

RIOS, E. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. Evangraf, Rio Grande, 2009.

SIU, B. F. C. & LEE, S. Y. Shell preference and utilization pattern in two hermit crabs, *Pagurus trigonocheirus* (Stimpson) and *Clibanarius bimaculatus* (De Haan), on a sheltered rocky shore in Hong Kong. **Asian Marine Biology**, Hong Kong, v. 9, p. 205-216, 1992.

VANCE, R. R. The role of shell adequacy in behavioral interactions involving hermit crabs. **Ecology**, v. 53, p. 1075-1083, 1972.

THURMAN, C. L. Evaporative water loss, corporal temperature and the distribution of sympatric fiddler crabs (*Uca*) from south Texas. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 119, n.1, p. 279-286, 1985.

TROTT, T. J. On the sex ratio of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards & Lucas, 1843 (Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, v. 71, n. 1, p. 47-56, 1996.

TURRA, A.; BRANCO, J. O. & SOUTO, F. X. Population biology of the hermit crab *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758) in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1043-1051, 2002.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Population structure and fecundity of the hermit crab *Clibanarius antillensis* Stimpson 1862 (Anomura, Diogenidae) in southeastern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 64, n. 2, p. 281-289, 1999.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Population biology and growth of three sympatric intertidal hermit crabs in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U. K**, v. 80, p.1061-1069, 2000.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Shell utilization patterns of a tropical rocky intertidal hermit crab assemblage. I. the case of Grande Beach. **Journal of Crustacean Biology**, v. 21, n.4, p. 393-406, 2001.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. The molding hypothesis: linking shell use with hermit crab growth, morphology, and shell-species selection. **Marine Ecology Progress Series**, v. 265, p. 155–163, 2003.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Shell-size selection by intertidal sympatric hermit crabs. **Marine Biology**, v. 145, p. 251-257, 2004.

WARNER, G. F. The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. **Journal of Zoology**, v. 153, p. 321-335, 1967.

WENNER, A. M. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. **American naturalist**, v. 106, p. 321-350, 1972.

CAPÍTULO II

Padrão de ocupação de conchas de gastrópodos por *Clibanarius antillensis* (Crustacea: Decapoda: Anomura) na praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte, Brasil

RESUMO

O objetivo desse estudo foi definir a preferência na ocupação de conchas de gastrópodos pelo caranguejo-eremita *Clibanarius antillensis* na praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte (4°57'22"S / 37°08'13"W), baseando-se nas relações morfométricas entre crustáceos e conchas. As coletas foram realizadas a cada dois meses, de outubro de 2012 a agosto de 2013, utilizando esforço amostral de dois coletores por hora durante as marés baixas de sizígia. Os caranguejos-eremitas foram coletados manualmente e, em laboratório, as conchas dos moluscos e os exemplares de anomuros foram identificados e medidos. Um total de 576 indivíduos de *Clibanarius antillensis* foi encontrado ocupando conchas de 7 espécies de gastrópodos, sendo *Cerithium atratum* a mais ocupada (69,97%), seguida de *Stramonita haemastoma* (24,31%), *Pisania pusio* (1,22 %), *Leucozonia nassa* (3,47%), *Tegula viridula* (0,52%), *Anachis obesa* (0,35%) e *Olivella minuta* (0,17%). As conchas de *C. atratum* tiveram maior frequência de ocupação por organismos menores, principalmente na classe de tamanho 3,00--]4,00 mm, enquanto *S. haemastoma* abrigou organismos maiores, com predominância na classe de tamanho 4,00--]5,00 mm. Houve diferença no padrão de ocupação por machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras. Machos foram significativamente maiores do que as demais categorias, e as conchas de *S. haemastoma* foram preferidas por machos, devido as maiores dimensões de comprimento e largura da abertura da concha, e espaço internodessas conchas. As demais categorias ocuparam mais significativamente conchas de *C. atratum*, devido ao seu tamanho reduzido e medidas da abertura de concha menores, promovendo maior proteção contra estresses ambientais e bióticos. Ao analisar as medidas do comprimento da abertura, largura da abertura e volume interno das conchas elas mostraram uma correlação positiva com o tamanho dos caranguejos-eremitas.

Palavras-chave: Caranguejo-eremita, utilização de conchas, Gastropoda.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the shell utilization pattern of *Clibanarius antillensis* at Baixa Grande Beach, State of Rio Grande do Norte, Brazil (4°57'22"S / 37°08'13"W), using the percentage of the different shell type that were occupied and the morphometric relationship between hermit crabs and occupied shells. Specimens were collected at two-months intervals from October 2012 to August 2013, using sampling effort of two collectors for 1 hour during spring low tides. The hermit crabs collected were identified and had their carapace shield length measured (mm). All occupied gastropod shells were identified and had their shell biometric parameters (aperture width, aperture length and internal volume) measured (mm). A total of 576 individuals of *Clibanarius antillensis* (191 males, 140 non-ovigerous females, 125 intersex and 120 ovigerous females), using seven species of gastropods, were collected. *Cerithium atratum* and *Stramonita haemastoma* were the most occupied shells, with 69.97%, and 24.31%, respectively. The shells of *C. atratum* had higher frequency of occupation by smaller organisms, especially in the size class 3.00 -] 4.00mm, while *Stramonita haemastoma* housed larger organisms, predominantly in the size class 4,00--] 5.00mm. There were differences in the pattern of occupation by males, not ovigerous females, intersex and ovigerous females. Males were significantly higher than the other categories. The size difference strongly influenced the shell utilization pattern, principally in *S. haemastoma*, which has the largest Shell volume, being preferred by males. The other categories have occupied most significantly shells of *C. atratum* due to small size and lower width of the aperture width and length of the shells. Regression analysis showed a positive correlation between the dimensions of hermit crabs and the utilized shells. In this study, occupation by *C. antillensis* varied as a function of shell morphometric characteristic, with intraspecific differences in occupation patterns also occurring at Baixa Grande Beach.

Keywords: Hermit crab, shell, gastropod, Anomura, gastropod.

1. INTRODUÇÃO

Os caranguejos-eremitas utilizam conchas de moluscos gastrópodos como abrigo ao seu abdome não calcificado, sendo essenciais para sua proteção contra predadores, estresse físico, abrasões mecânicas e intempéries provocadas pela exposição ao sol durante as marés baixas (RESSE, 1962).

A proteção e mobilidade decorrentes da utilização dessas conchas devem contribuir para a ocorrência desses crustáceos em quase todos os ambientes marinhos, uma vez que apresentam ampla extensão batimétrica, ocorrendo desde a região entre-marés até águas profundas (HAZLETT, 1981).

Esses organismos realizam trocas de suas conchas durante o seu ciclo de vida, uma vez que a medida que se desenvolvem, precisam de conchas cada vez maiores e adequadas (BERTNESS, 1981). Tal processo de ocupação de conchas sofre influência de vários fatores, como disponibilidade na natureza, peso, forma, arquitetura, volume interno e ocorrência de epibiontes (HAZLETT, 1981; RIBEIRO, 2013). Os diferentes tipos e formatos de conchas proporcionam diferentes níveis de proteção contra estresses bióticos e ambientais (ROTJAN & BLUM, 2004).

Segundo Grant & Ulmer (1974) os caranguejos-eremita não escolhem suas conchas ao acaso, havendo então uma seleção do tipo e da espécie, levando a escolha das conchas mais favoráveis. Algumas espécies estão adaptadas a utilizar as conchas mais disponíveis no habitat, ou seja, a seleção dependente da abundância local (CONOVER, 1978). Enquanto outras exibem comportamentos exploratórios específicos e selecionam seus escudos de acordo com as características e dimensões das conchas (HAZLETT, 1981), realizando um mecanismo de análise antes da ocupação efetiva, girando as conchas com os quelípodos, explorando a abertura e o espaço interno (BERTINI & FRANSOZO, 2000).

Outra questão na seleção de conchas se refere ao efeito da experiência prévia nos padrões de utilização das mesmas. Acredita-se que recrutas de caranguejos-eremitas tenham preferência não por determinada espécie de concha, mais sim por um tipo com uma determinada arquitetura (TURRA, 2003; ARGÜELLES *et al.*, 2009). Isto é esperado uma vez que as espécies de gastrópodos variam dentro da distribuição geográfica das espécies de caranguejos-eremitas.

No entanto, as conchas podem se apresentar como recurso limitante, uma vez que os caranguejos-eremitas são inteiramente dependentes dos processos de produção de conchas vazias e apropriadas para a sua utilização, incluindo a mortalidade de moluscos gastrópodos e trocas de conchas inter e intraespecífica (HAZLETT, 1981). Trabalhos demonstraram que os caranguejos-eremitas utilizam muitas vezes conchas inadequadas, geralmente devido à escassez ou estado das conchas disponíveis (REESE, 1962). Tais condições são desfavoráveis haja vista que as características das conchas podem influenciar no seu tamanho corporal, no tamanho da população, no crescimento, na fecundidade e no sucesso reprodutivo (BERTNESS, 1981). Essa hipótese é comprovada por experimentos em laboratório, os quais demonstraram a utilização de conchas melhores em condições artificiais quando em comparação com as populações naturais que sempre ocuparam conchas com condições inferiores (BERTNESS, 1980).

Devido à todas essas características de história de vida, grande riqueza em espécies e distribuição desses organismos em vários habitats, os caranguejos-eremitas compõem um objeto de estudo promissor em ecologia e biologia populacional e comportamental, especialmente no que diz respeito ao padrão de escolha e ocupação de conchas.

2. OBJETIVO

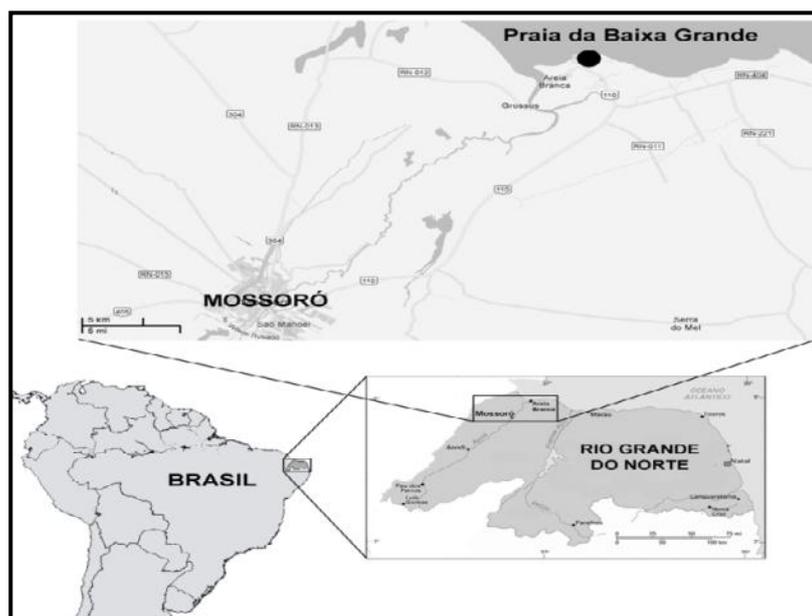
O objetivo do presente estudo foi caracterizar o padrão de utilização de conchas de moluscos gastrópodos por carangueijos-eremitas da espécie *Clibanarius antillensis* na zona entre-marés da praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte. Além de investigar os fatores que influenciaram a ocupação das conchas por cada sexo e as relações morfométricas entre os carangueijos-eremitas e as suas respectivas conchas.

3. MATERIALE MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na praia de Baixa Grande localizada no município de Areia Branca (4°57'22" S / 37°08'13" W), litoral oeste do Estado do Rio Grande do Norte (RN) (Figura 1). Esta praia pertence ao conjunto de 12 praias conhecido como “Costa Branca” que compreende parte do litoral do RN e faz fronteira com o Ceará. O nome se refere à paisagem de dunas brancas e montanhas de sal que caracterizam o lugar. Essa região é marcada de um lado pela vegetação da caatinga, repleta de xique-xiques e juremas e do outro lado o mar, dunas e falésias.

Figura 1: Localização da Praia de Baixa Grande, município de Areia Branca, Rio Grande do Norte.



Fonte: Luis Ernesto Arruda Bezerra.

O município de Areia Branca possui seis praias, sendo todas praias arenosas, a maioria com presença de recifes de arenito. A praia de Baixa Grande possui uma faixa extensa de recifes de arenito (Figura 2), com aproximadamente 3 km de extensão, acessíveis somente durante a maré baixa e apresenta diversificada fauna bentônica, uma vez que durante a maré baixa, o acúmulo de água do mar nas reentrâncias do recife formam poças de diversos tamanhos e profundidade (Figura

3), onde se desenvolvem comunidades compostas por espécies marinhas, prevalecendo variedades de moluscos, crustáceos, anelídeos, corais, além de algas. Algumas espécies ocorrem apenas em áreas alagadas e outras utilizam o substrato rochoso para se fixar.

Figura 2: Área de coleta, recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Rio Grande do Norte.



Fonte: Amanda Faustino.

Figura 3: Detalhe dos recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Rio Grande do Norte.



Fonte: Amanda Faustino.

3.2. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As coletas foram realizadas bimestralmente, de outubro de 2012 a agosto de 2013, em condições de marés baixas diurnas de sizígia, seguindo a tábua de marés

para o porto de Termisa, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN).

A amostragem consistia em percorrer a região de estudo, revirando seixos e rochas maiores em busca de conchas de moluscos gastrópodos ocupadas pelos caranguejos-eremitas (Figura 4). Os indivíduos bem como as conchas que ocupavam foram coletados manualmente utilizando um esforço amostral de dois coletores durante uma hora. Os indivíduos coletados foram colocados em sacos plásticos com água do mar e encaminhados ao laboratório.

Figura 4: Conchas de moluscos gastrópodos ocupadas por caranguejos-eremitas na área de estudo, recifes de arenito na Praia de Baixa Grande, Areia Branca, RN.



Fonte: Amanda Jácome.

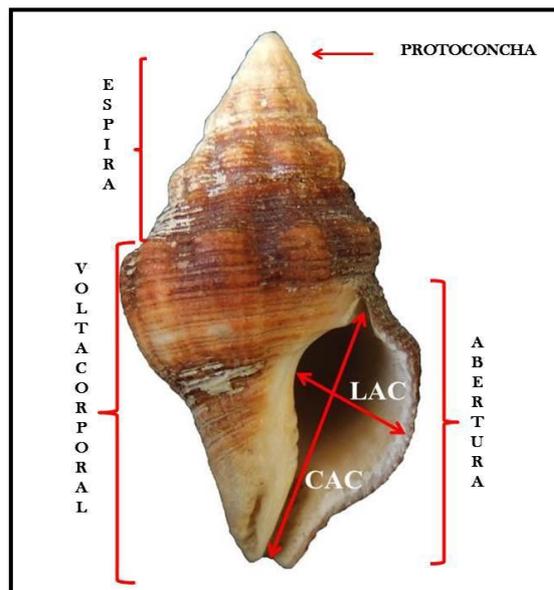
3.3. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

No laboratório as seis amostras foram etiquetadas e congeladas. Em seguida os caranguejos-eremitas foram contados, retirados manualmente de suas conchas e com o auxílio de um microscópio estereoscópico (lupa) foi possível identificar os

espécimes seguindo a proposta taxonômica de Melo (1999). Em seguida foi realizada a determinação do sexo através da observação da posição dos gonóporos (fêmeas: gonóporos localizados na base do 3° par de pereiópodos; machos: gonóporos localizados na base do 5° par de pereiópodos). Os indivíduos com ambos os gonóporos foram chamados de intersexos. Posteriormente os caranguejos-eremitas foram medidos quanto ao comprimento do cefalotórax (CEC), com o auxílio de um paquímetro digital (± 0.01 de acurácia).

As conchas dos gastrópodos ocupadas foram identificadas de acordo com Rios (2009) e mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital (± 0.01 de acurácia), como mostra a figura 5. As medidas foram do volume interno da concha (VI), largura da abertura da concha (LAC) e comprimento da abertura da concha (CAC).

Figura 5: Dimensões analisadas nas conchas dos gastrópodos ocupadas por *C. antillensis*, na praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN. CAC: Comprimento da abertura da concha; LAC: Largura da abertura da concha.



Fonte: Felipe Ribeiro, 2013.

3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para testar a normalidade nos tamanhos de CEC de machos, fêmeas não ovíferas, intersexos e fêmeas ovíferas foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). Em seguida, foram realizadas regressões lineares para

avaliar as relações entre as variáveis das conchas ocupadas (variável dependente: CAC, LAC e VI) com o tamanho dos caranguejos-eremitas (variável independente: CEC) (ZAR, 1996). Os tamanhos médios dos machos, fêmeas não-ovígeras, fêmeas ovígeras e intersexos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, um teste não-paramétrico que não é dependente da distribuição normal dos dados, de acordo com Sokal & Rohlf (1995), a um nível de significância de 5%.

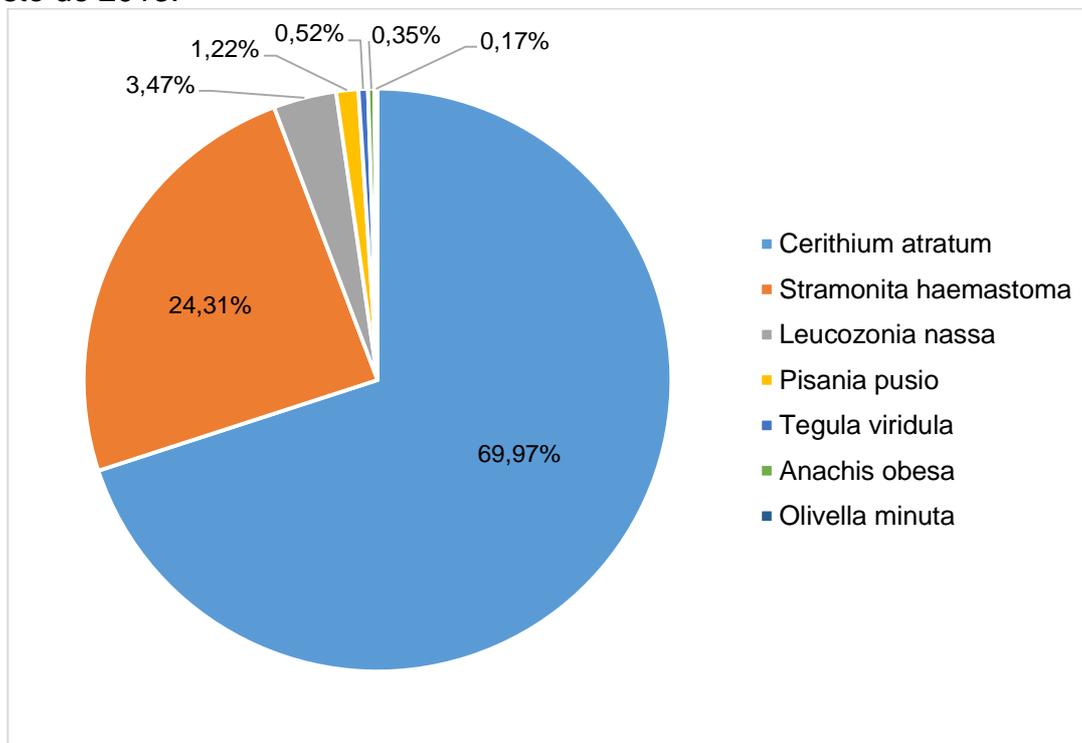
Por fim foi aplicado o teste de correlação linear de Spearman para verificar a existência de correlação entre os valores emparelhados de x e y ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS

Um total de 576 exemplares de *Clibanarius antillensis* foi coletado durante o período de estudo, sendo 191 machos, 140 fêmeas não-ovígeras, 120 intersexos e 125 fêmeas ovígeras. Os caranguejos-eremitas ocuparam conchas de sete espécies de gastrópodos: *Cerithium atratum* (Born, 1778), *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767), *Pisania pusio* (Linnaeus, 1758), *Leucozonia nassa* (Gmelin, 1791), *Tegula viridula* (Gmelin, 1791), *Anachis obesa* (Adams, 1845) e *Olivella minuta* (Link, 1807).

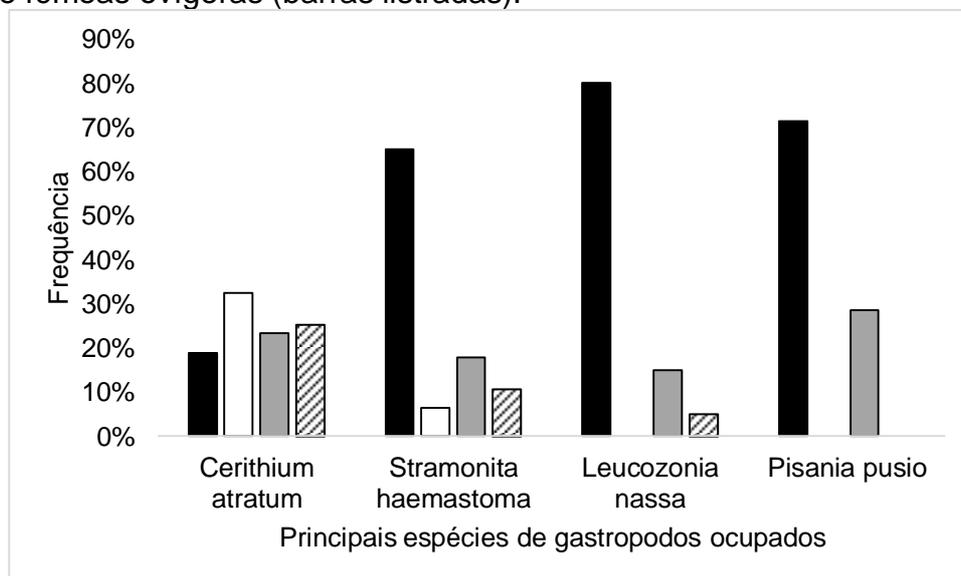
Conchas de *C. atratum* e *S. haemastoma* mostraram as maiores taxas de ocupação, com 69,97% e 24,31%, respectivamente; seguidas de *L. nassa* (3,47%), *P. pusio* (1,22%), *T. viridula* (0,52%), *A. obesa* (0,35%) e *O. minuta* (0,17%) (Figura 6).

Figura 6: *Clibanarius antillensis*. Porcentagem de ocupação das conchas de gastrópodos na praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013.



Os machos utilizaram uma maior diversidade de conchas (6 espécies), seguido pelas fêmeas ovígeras e intersexos com 5 espécies ocupadas e fêmeas não ovígeras (2 espécies). Observou-se uma diferença na preferência pela utilização das conchas entre os sexos. *Cerithium atratum* foi a espécie mais ocupada pela maioria das categorias (fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras), com exceção dos machos, que ocuparam mais a espécie *S. haemastoma* (Figura 7).

Figura 7: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocupação das principais conchas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013. Machos (barras pretas), fêmeas não ovígeras (barras brancas), intersexos (barras cinzas) e fêmeas ovígeras (barras listradas).



A tabela I mostra o número e a frequência de ocupação dos diferentes tipos de conchas de gastrópodos conforme o sexo e o estado reprodutivo das fêmeas (não ovígeras e ovígeras).

Tabela I: *Clibanarius antillensis*. Número de indivíduos e porcentagem das espécies de gastrópodos ocupadas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013, conforme o sexo e o estado reprodutivo das fêmeas (não ovígeras e ovígeras).

Espécies de gastrópodos	Machos		Fêmeas não ovígeras		Intersexos		Fêmeas ovígeras		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Cerithium atratum</i>	76	39,79%	131	93,57%	94	75,2%	102	85%	404	69,97%
<i>Stramonita haemastoma</i>	91	47,64%	9	6,43%	25	20%	15	12,5%	140	24,31%
<i>Pisania pusio</i>	5	2,62%	-	-	2	1,6%	-	-	7	1,22%
<i>Leucozonia nassa</i>	16	8,376%	-	-	3	2,4%	1	0,83%	20	3,47%
<i>Tegula viridula</i>	2	1,05%	-	-	-	-	1	0,83%	3	0,52%
<i>Anachis obesa</i>	1	0,52%	-	-	-	-	1	0,83%	2	0,35%
<i>Olivella minuta</i>	-	-	-	-	1	0,8%	-	-	1	0,17%
TOTAL	191	100%	140	100%	125	100%	120	100%	576	100%

Com relação ao tamanho médio dos animais, os machos foram significativamente maiores do que as demais categorias (ANOVA, Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) (Tabela II).

Tabela II: *Clibanarius antillensis*. Número (N), tamanho mínimo, máximo e média de tamanho dos animais coletados na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013. DP = Desvio Padrão. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$).

	N	Tamanho mínimo (mm)	Tamanho máximo (mm)	Média±DP (mm)	
Machos	191	1,43	9,64	4,29 ± 1,56	a
Fêmeas não ovíferas	140	1,6	6,88	3,79 ± 1.18	b
Intersexo	125	1,42	8,38	3,69 ± 1.36	b
Fêmeas ovíferas	120	2,1	7,27	3,76 ± 1.09	b

Conchas de *S. haemastoma* e *C. atratum* apresentaram as maiores taxas de ocupação em todas as classes etárias, com maior frequência nas classes de 4,00--]5,00 mm para *S. haemastoma* (Figura 8), 3,00--]4,00 mm para *C. atratum* (Figura 9).

Figura 8: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocupação das conchas de *S. haemastoma* por classe de tamanho na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.

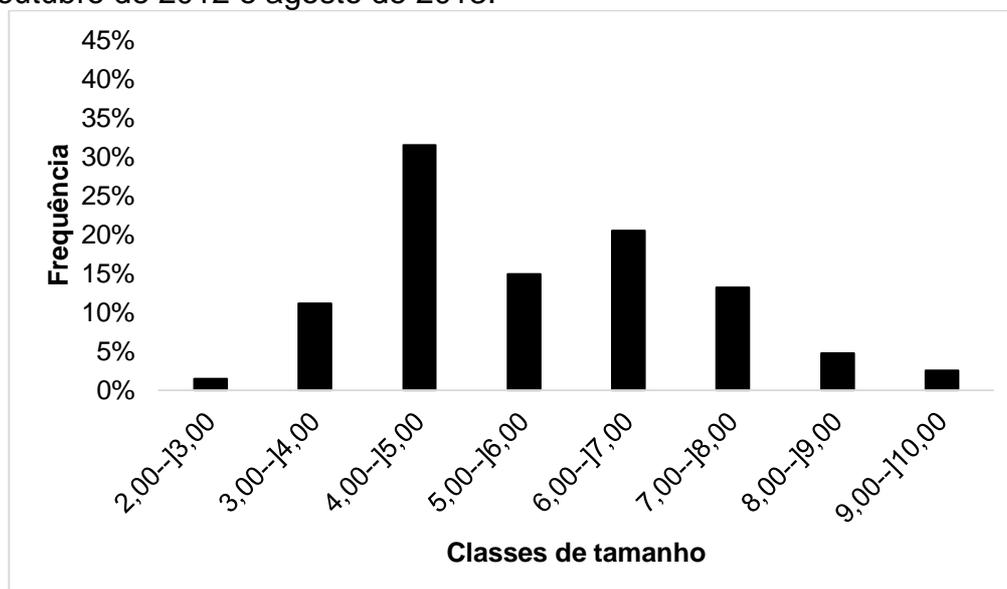
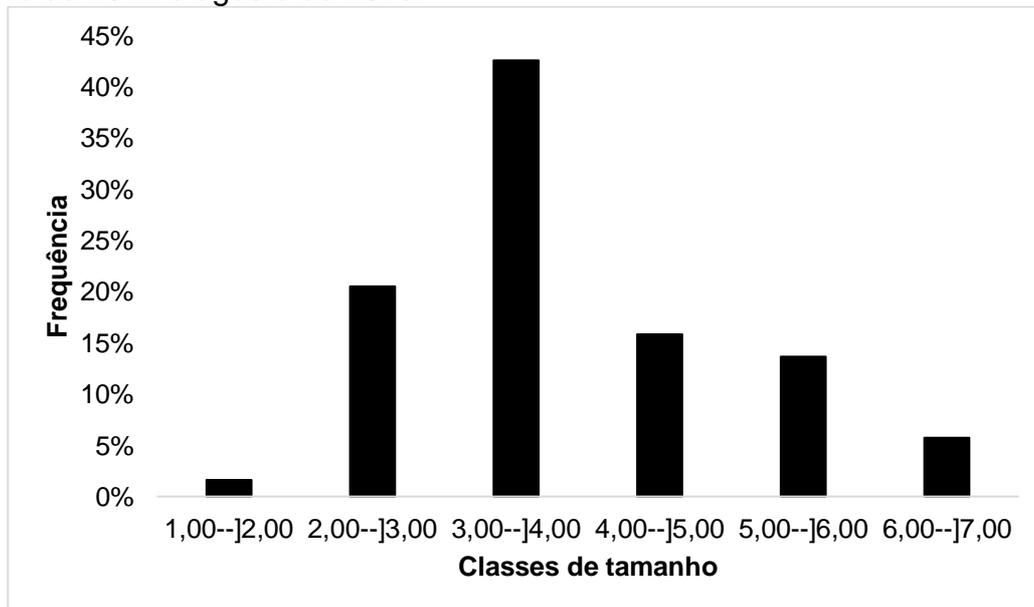


Figura 9: *Clibanarius antillensis*. Frequência de ocupação das conchas de *C. atratum* por classe de tamanho na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.

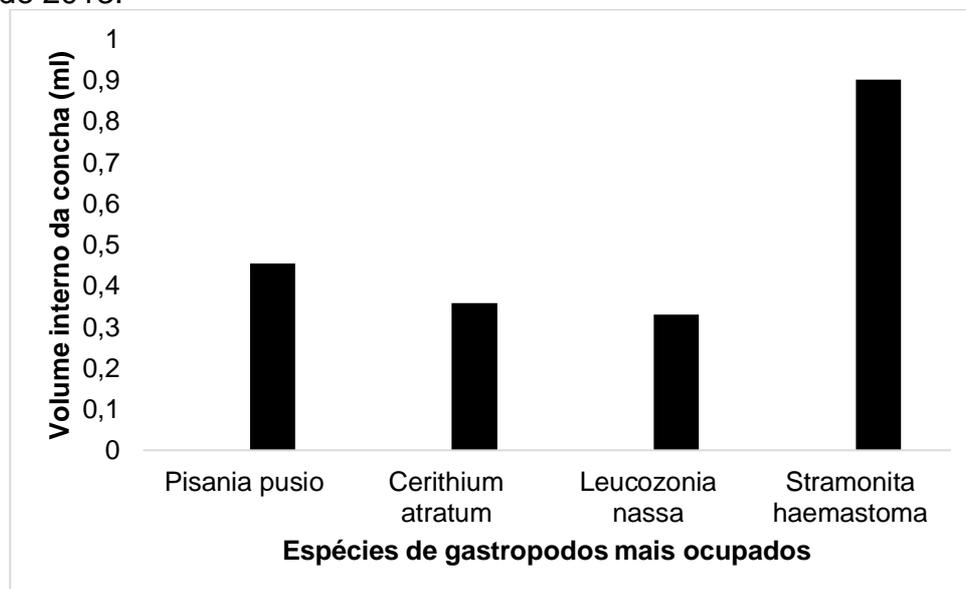


A tabela III apresenta os dados biométricos das conchas de gastrópodos ocupadas. As conchas da espécie *S. haemastoma* apresentaram o volume interno maior do que as demais espécies ocupadas, com média de $0,89 \pm 0,56$ ml seguida da espécie *Pisania pusio* ($0,45 \pm 0,06$ ml) (Figura 10). As maiores médias de largura e comprimento da abertura das conchas foram da espécie *S. haemastoma*, seguida de *P. pusio*. Já a espécie *Anachis obesa* apresentou as menores médias (Tabela III).

Tabela III: *Clibanarius antillensis*. Médias e desvios padrão da largura e comprimento da abertura e volume interno das conchas ocupadas na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.

	Largura abertura (LAC, mm) (média±DP)	Comprimento abertura (CAC, mm) (média±DP)	Volume interno (VI, ml) (média±DP)
<i>Cerithium atratum</i>	4,38 ± 1,19	8,81 ± 2,64	0,35 ± 1,24
<i>Stramonita haemastoma</i>	7,46 ± 1,89	16,72 ± 3,74	0,89 ± 0,56
<i>Pisania pusio</i>	5,99 ± 0,99	14,69 ± 1,27	0,45 ± 0,06
<i>Leucozonia nassa</i>	5,12 ± 0,77	12,53 ± 4,20	0,33 ± 0,27
<i>Olivella minuta</i>	-	-	-
<i>Tegula viridula</i>	5,97 ± 1,45	14,09 ± 5,68	0,4 ± 0,14
<i>Anachis obesa</i>	3,10 ± 2,01	7,57 ± 4,79	0,13 ± 0,13

Figura 10: *Clibanarius antillensis*. Volume interno médio das principais conchas ocupadas na Praia da Baixa Grande, Areia Branca/RN entre outubro de 2012 e agosto de 2013.



As regressões lineares entre o tamanho dos caranguejos-eremitas e as variáveis das conchas ocupadas (CAC, LAC, VI) foram baixas, porém significantes ($p < 0,05$), quando as conchas de todas as espécies de gastrópodos foram analisadas conjuntamente. Os coeficientes de correlação (R^2) obtidos foram CAC x CEC ($R^2 = 0,3063$; CAC = $1,8569\text{CEC} + 3,6512$); LAC x CEC ($R^2 = 0,1697$; LAC = $0,587\text{CEC} + 2,8798$); e VI x CEC ($R^2 = 0,2366$; VI = $0,1607\text{CEC} - 0,2453$).

As figuras 11, 12 e 13 mostram os gráficos das regressões lineares obtidos a partir das variáveis dependentes das conchas ocupadas (CAC, LAC e VI) e da variável independente, o tamanho do escudo cefalotorácico dos caranguejos-eremitas (CEC), respectivamente.

Figura 11: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear entre o comprimento da abertura das conchas (CAC) e o comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.

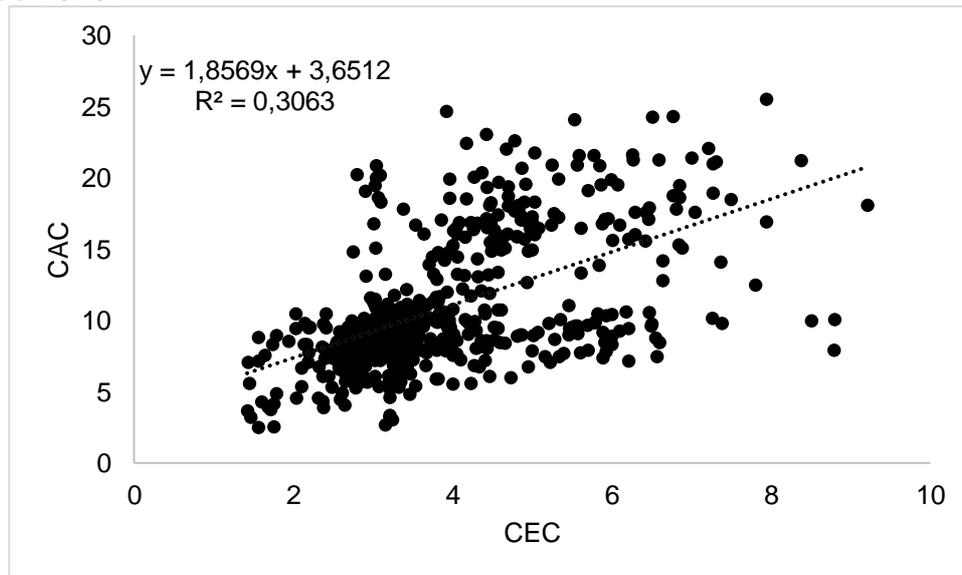


Figura 12: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear da largura da abertura da concha (LAC) e o comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.

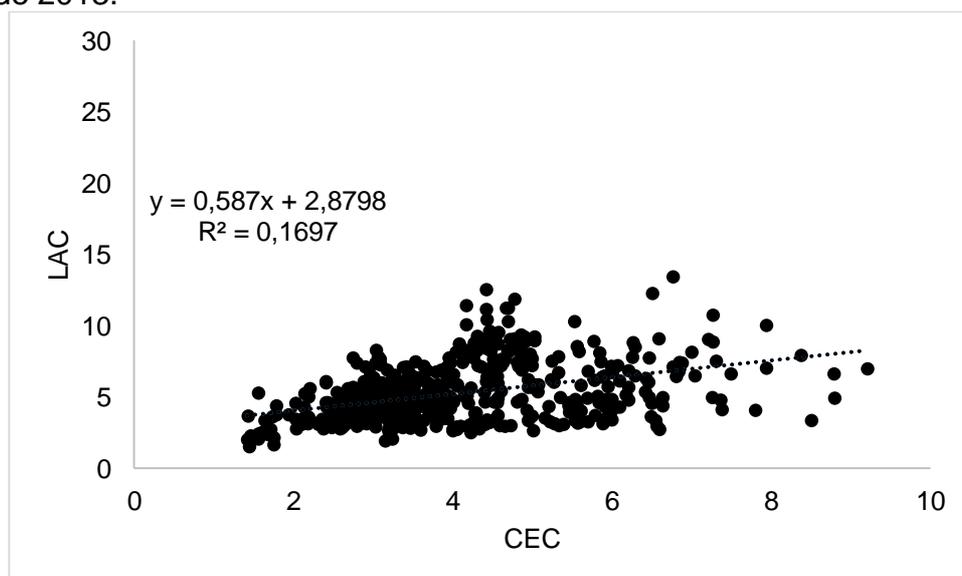
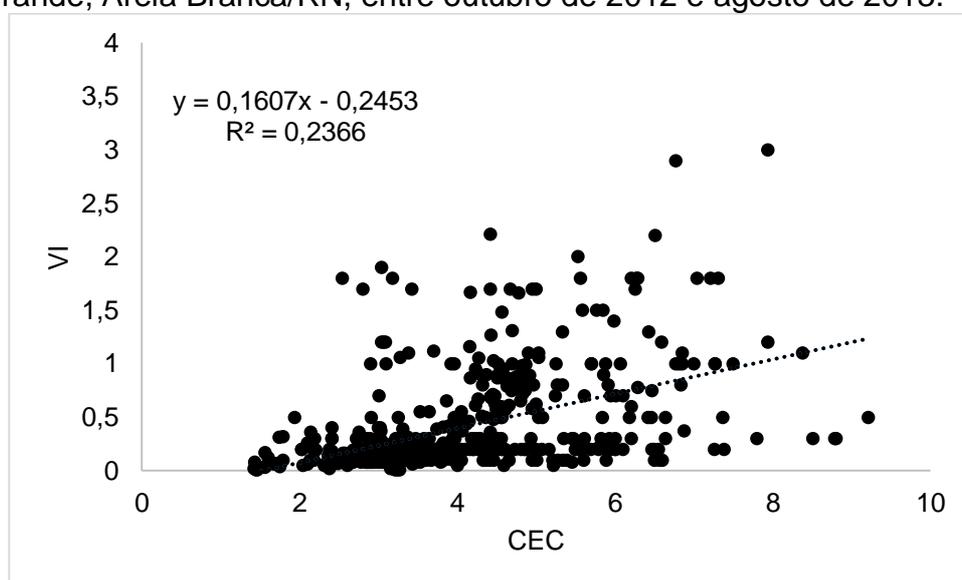


Figura 13: *Clibanarius antillensis*. Regressão linear do volume interno da concha (VI) e o comprimento do escudo cefalotorácico(CEC) de animais coletados na Praia de Baixa Grande, Areia Branca/RN, entre outubro de 2012 e agosto de 2013.



A correlação de Spearman entre o tamanho dos caranguejos-eremitas e as variáveis das conchas ocupadas mostrou uma correlação positiva entre CEC e CAC (Spearman = 0,5650 $p < 0,0001$), CEC e LAC (Spearman = 0,4177 $p < 0,0001$) e CEC e VI (Spearman = 0,5770 $p < 0,0001$).

5. DISCUSSÃO

A preferência por determinados tipos e espécies de conchas varia entre os indivíduos de uma mesma espécie e entre suas populações, uma vez que essa escolha está associada às características dos fatores físicos de cada ambiente, abundância dos gastrópodos e qualidade das conchas disponíveis (SCULLY, 1979).

A diversidade de conchas ocupadas pelos caranguejos-eremitas na praia de Baixa Grande foi reduzida quando comparada à outros estudos, que apontam uma elevada diversidade de conchas de gastrópodos ocupadas, como por exemplo, população de *C. antillensis* na praia de Montepio, México ocupando conchas de 41 espécies de gastrópodos (ARGÜELLES, 2004). Em um estudo realizado em Praia Grande/SP, Turra & Leite (2002) registraram *C. antillensis* ocupando 13 espécies de conchas. A população de *C. vittatus* da Praia dos Pescadores/SP, estudada por Sant'anna *et al.* (2006) também mostrou ocupação de 13 espécies de conchas. A população de *C. tibicen* do Parque Municipal Marinho de Paripueira, Alagoas, estudada por Batista-Leite (2005) foi encontrada habitando 12 espécies de conchas. Já a população de *Isocheles sawayai* ocupou 17 espécies de conchas na região de Caraguatatuba/SP (FANTUCCI, 2008).

A disponibilidade dessas conchas no ambiente está relacionada a abundância dos gastrópodos vivos e suas taxas de mortalidade (MEIRELES *et al.*, 2003). Dessa forma, tornam-se importantes estudos sobre disponibilidade dessas conchas no entendimento do padrão de ocupação de conchas de populações de caranguejos-eremitas. No Brasil, entretanto, ainda há uma carência desse tipo de estudo (AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008).

No presente estudo, *C. antillensis* foi encontrado ocupando, preferencialmente, conchas de *C. atratum*. Estudos prévios têm demonstrado que *C. antillensis* tende a preferir conchas alongadas, estreitas e com espira alta, como as conchas do gênero *Cerithium* (OLIVEIRA, 2010; RIBEIRO, 2013). Acredita-se que essas características da concha amenizam os efeitos da dessecação, visto que estes caranguejos-eremitas se encontram mais abundantes na região entre-marés (FLOETER *et al.*, 2000).

Ademais, as conchas mais comumente ocupadas podem variar em função da disponibilidade no ambiente, como reportado por Mantelatto & Garcia (2000) para *C. tibicen*, que ocuparam preferencialmente conchas de *S. haemastoma*, dentre outras

razões, por esta ter a maior disponibilidade no ambiente. Assim, é possível que a população de *C. antillensis* da Praia da Baixa Grande ocupe preferencialmente *C. atratum* por esta apresentar maior disponibilidade no ambiente. Contudo, a abundância das espécies de conchas no local não foi analisada no presente estudo.

Os padrões de ocupação de conchas entre machos, fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras, seguiram resultados semelhantes aos já observados em outros estudos com populações de *C. vittatus*, em São Paulo (SANT'ANNA *et al.*, 2006), *Isocheles sawayai* em Caraguatatuba/SP (FANTUCCI, 2008) *Loxopagurus loxochelis* e *Dardanus insignis*, no litoral do Rio Grande do Sul (AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008), *Clibanarius antillensis*, *Petrochirus diogenes*, *Clibanarius vittatus* e *Calcinus tibicen* no Ceará (OLIVEIRA, 2010), no qual os machos ocuparam uma maior diversidade de conchas em comparação às demais categorias.

No presente estudo, machos foram significativamente maiores do que fêmeas (ovígeras e não ovígeras) e intersexos. Segundo Abrams (1988), dimorfismo sexual de tamanho pode ser explicado por dois fatores: 1) Competição intraespecífica, e 2) alocação de reservas metabólicas; isto é, fêmeas maduras investem energia na reprodução e os machos em crescimento somático. Assim, a seleção natural irá favorecer machos maiores, tanto por terem vantagens competitivas sobre machos menores, quanto por vencerem mais frequentemente a competição para cópula por fêmeas receptivas.

Assim, essa diferença no padrão de utilização das conchas entre os sexos indica uma partição de recursos devido a competição intraespecífica. Diferenças entre os sexos nos padrões de ocupação de conchas já foram demonstradas para outras espécies, tais como *C. tibicen* (MANTELATTO & GARCÍA, 2000), *C. antillensis* (OLIVEIRA, 2010) e *C. virescens* e *Pagurus geminus* (IMAZU & ASAKURA, 1994). Segundo Asakura (1995), as altas taxas de ocupação de machos por uma variedade maior de conchas ou por uma espécie em particular de concha se dá devido aos maiores tamanhos dos machos, os quais fazem deles melhores competidores na luta por conchas com as fêmeas. Com isso, o crescimento das fêmeas fica restrito ao tamanho da concha, enquanto os machos podem crescer indefinidamente, sendo limitados apenas pelos tamanhos das conchas disponíveis no ambiente (ASAKURA, 1992).

Dessa forma, sexo e estado reprodutivo são alguns dos fatores que influenciam no processo de ocupação de conchas pelos caranguejos-eremitas (NEIL

& ELWOOD, 1985). No presente estudo as conchas da espécie *S. haemastoma* foram mais ocupadas por machos em comparação aos demais sexos. O mesmo foi observado para *Calcinus tibicen* em Ubatuba, São Paulo (MANTELATTO & GARCÍA, 2000), e por Oliveira (2010) na Praia do Pacheco, Ceará, no qual os machos apresentaram maior preferência por conchas de *T. viridula* por estas possuírem maior volume interno. Este fato pode ser atribuído as maiores chances de crescimento desses organismos, devido aos maiores valores de volume interno apresentados por essas conchas em comparação com as conchas de *C. atratum*.

Em outras espécies de caranguejos-eremitas, como o pagurídeo *Pagurus brevidactylus* na Ilha de Anchieta, Ubatuba/SP, também houve diferenças na ocupação de conchas entre os sexos, com os machos ocupando predominantemente conchas de *C. atratum* e fêmeas ovígeras ocupando *Morula nodulosa* (MANTELATTO & MEIRELES, 2004). Para o diogenídeo *Isocheles sawayai*, em um estudo realizado na Ilha de Margarita (Venezuela), essas diferenças entre os sexos também foram observadas, com os machos ocupando principalmente conchas de *L. nassa* e fêmeas ocupando *Engoniophos uncinatus* (Say, 1826) (GALINDO *et al.*, 2008).

Ao estudar a preferência na ocupação de conchas por machos e fêmeas, Fotheringham (1976) observou um benefício maior das fêmeas ovígeras ao ocupar conchas mais leves e com maior volume interno, uma vez que proporcionam um maior espaço interno para acomodar a massa de ovos, localizada nos pleópodos. Porém, no presente estudo, tanto as fêmeas não ovígeras quanto as fêmeas ovígeras ocuparam mais conchas de *C. atratum*, as quais apresentaram tamanho menor e com o volume interno baixo, quando comparado com as demais espécies de gastrópodos. O mesmo padrão foi observado por Mantelatto & Dominciano (2002), Oliveira (2010) e Ribeiro (2013).

Reddy & Bisewar (1993), apontam o tamanho de abertura, o peso e o volume interno como sendo as dimensões mais correlatas com o tamanho dos caranguejos-eremitas e mais importantes na escolha das conchas adequadas. Assim, a explicação a respeito de tal preferência por conchas de *C. atratum* pode estar no fato das médias de comprimento e largura da abertura das conchas serem baixas e isso conferir aos organismos maior proteção contra predadores.

As conchas de *C. atratum* e *S. haemastoma* foram ocupadas por espécimes de todas as classes de tamanho, refletindo a grande variedade de tamanhos de

conchas dessas espécies na região. Contudo, animais pertencentes à classes superiores (7,00--]8,00 mm; 8,00--]9,00 mm e 9,00--]10,00 mm) ocuparam conchas de *S. haemastoma*, enquanto indivíduos distribuídos em classes menores (4,00--]5,00 mm; 5,00--]6,00 mm e 6,00--]7,00 mm) ocuparam conchas de *C. atratum*. Isso pode ter ocorrido devido, provavelmente, ao maior volume interno de *S. haemastoma*, que permite que animais maiores se acomodem no interior da concha.

Esse mesmo padrão de ocupação de conchas de *S. haemastoma* por classes etárias superiores foi observado por Mantelatto & Garcia (2000) para o caranguejo-eremita *C. tibicen*, onde indivíduos de classes de tamanho superiores ocuparam conchas dessa espécie. Mantelatto & Dominciano (2002) estudando *P. tortugae*, observou que as conchas de *C. atratum* eram mais adequadas para ocupação de caranguejos-eremitas de tamanho pequeno, enquanto as conchas *L. nassa* favoreceram a ocupação por organismos maiores.

As três variáveis dependentes analisadas (comprimento da abertura da concha, largura da abertura da concha e volume interno da conchas) apresentaram uma correlação positiva com o tamanho dos caranguejos-eremitas. O comprimento da abertura da concha (CAC) foi a medida que melhor se correlacionou com o tamanho dos ermitões, mostrando que estes possuem maior preferência por conchas com comprimentos de aberturas mais adequadas que o seu volume interno (VI) e largura da abertura (LAC).

Turra & Leite (2002) mostraram que as melhores correlações para a espécie *C. vittatus* se deu entre o comprimento da abertura da concha e o tamanho dos ermitões. Da mesma forma, Sant'Anna *et al.* (2006) também encontraram altos valores de correlação entre o comprimento da abertura da concha e o tamanho de *C. vittatus*. Esse padrão pode ser explicado como um fator de proteção contra predadores, uma vez que aberturas menores dificultam o acesso de predadores ao interior das conchas.

Porém, o padrão observado no presente estudo diferiu do padrão registrado para espécies de diogenídeos no Rio Grande do Sul, como *Dardanus insignis* (AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008), no qual a largura da abertura da concha demonstrou maior ajuste ao tamanho e peso do caranguejo-eremita. Em um estudos com *C. vittatus* em São Paulo, Sant'Anna *et al.* (2006), registraram o volume interno das conchas como possuindo melhor associação com o tamanho dos ermitões.

Já os estudos realizados com *C. tibicen* por Mantelatto & Garcia (2000) e com *Paguristes tortugae* por Mantelatto & Dominciano (2002), no litoral de São Paulo, apresentaram melhores correlações com o peso da concha. Esse fator pode estar associado com uma maior proteção contra predadores que esmagam (“crushing”) ou descascam a concha (“peeling”), tais como caranguejos xantídeos, visto que conchas mais pesadas são mais difíceis de serem quebradas. Além do peso, outras variáveis como arquitetura e qualidade das conchas também podem conferir maior proteção aos caranguejos-eremitas contra predadores e ação de ondas. Porém, essas características não foram analisadas no presente estudo.

Segundo Reese (1969) uma concha pode ser considerada inadequada, ou de baixa qualidade, se for muito pequena, parcialmente quebrada e de uma espécie imprópria. Childress (1972) relatou que conchas muito pequenas são inadequadas porque impedem que os caranguejos-eremitas entrem totalmente nela e isso aumenta a probabilidade de sofrerem predação e dessecação.

A utilização de conchas de baixa qualidade ou sub-ótimas pode reduzir o sucesso reprodutivo dos organismos (AYRES-PERES & MANTELATTO, 2008); porém as fêmeas as preferem em detrimento de conchas maiores e mais pesadas, uma vez que gastariam mais energia durante as competições intraespecíficas e dificultaria o deslocamento e busca de alimento (FOTHERINGHAM, 1976). Já para os machos, as conchas mais pesadas e maiores serviriam de proteção adicional, uma vez que ficam mais expostos a predação na busca por parceiras sexuais. Ainda, essas conchas lhes conferem maior espaço interno e resistência a dessecação e estresse térmico (RITTSCHOF *etal.*, 1995), além de proteção contra a ação de ondas (ARCE & ALCARAZ, 2011).

6. CONCLUSÃO

Os caranguejos-eremitas da espécie *Clibanarius antillensis* na praia de Baixa Grande, Areia Branca, Rio Grande do Norte ocuparam conchas de sete espécies de gastrópodos, sendo *Cerithium atratum* a mais utilizada.

Acredita-se que a alta taxa de ocupação dessas conchas deve-se as dimensões da largura e comprimento da abertura das mesmas, as quais apresentaram valores reduzidos quando comparado às demais espécies de gastrópodos. Tais condições favorecem a proteção dos organismos frente as intempéries da região entre-marés e dos predadores.

O padrão de ocupação das conchas diferiu quanto ao sexo dos organismos, onde os machos apresentaram alta frequência na ocupação de conchas *Stramonita haemastoma*, enquanto as fêmeas não ovígeras, intersexos e fêmeas ovígeras utilizaram maior quantidade de conchas de *C. atratum*.

Os machos, por apresentarem maior tamanho corporal, preferiram as conchas de *S. haemastoma*, haja vista que estas apresentaram maiores tamanhos de comprimento e largura da abertura da concha e maior volume interno, o que favorece seu desenvolvimento corpóreo, acomodação dentro da concha e proteção. Além de serem mais efetivos em competições intraespecíficas subjugando as fêmeas e estas tendo então que ocupar conchas menores.

Houve correlação positiva entre as dimensões das conchas e o tamanho do escudo cefalotorácico dos caranguejos-eremitas, sendo o comprimento da abertura da concha a medida que melhor se correlacionou com o tamanho dos ermitões, mostrando que os organismos buscam conchas que melhor lhes acomodem diante da disponibilidade destas na natureza.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, P. A. Sexual differences in resource use in hermit crab: consequences and causes. In: CHELAZZI, G.; VANNI, M. (Ed.). **Behavioral adaptations to intertidal life**, Plenum, New York, 1988, p. 283-296.

ARCE, E. & ALCARAZ, G. Shell use by the hermit crab *Calcinus californiensis* at different levels of the intertidal zone. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 121-128, 2011.

ARGÜELLES, A. 2004. **Uso diferencial de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños en respuesta a la acción del oleaje em una costa rocosa**. MSc thesis, Univ. Nacional Autónoma de México, México.

ARGÜELLES, A.; ALVAREZ, F. & ALCARAZ, G. Shell architecture and its relation to shell occupation by the hermit crab *Clibanarius antillensis* under different wave action conditions. **Scientia Marina**, v. 73, n. 4, p. 717-723, 2009.

ASAKURA, A. Population ecology of the sand-dwelling hermit crab *Diogenes nitidimanus* Terao. V. Ecological implications in the pattern of molting. **Journal of Crustacean Biology**, v.12, n.4, p.537-545, 1992.

AYRES-PERES, L. & MANTELATTO, F. L. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxocheles* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do estado de São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, n.1, p. 28-35, 2008.

BATISTA-LEITE, L. M. A.; COELHO, E. A. & CALADO, T. C. S. Estrutura populacional e utilização de conchas pelo caranguejo ermitão *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Crustacea, Decapoda, Diogenidae) **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 99-118, 2005.

BERTNESS, M. D. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the Bay of Panama. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 48, p. 1-16, 1980.

BERTNESS, M. D. Seasonality in tropical hermit crab reproduction in the Bay of Panama. **Biotropica**, Washington, v. 13, n. 4, p. 292-300, 1981.

BERTINI, G. & FRANSOZO, A. Population dynamics of *Petrochirus diogenes* (Crustacea, Anomura, Diogenidae) in Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustacean Issues**, n. 12, p. 331-342, 2000.

CHILDRESS, J. R. Behavioral ecology and fitness theory in a tropical hermit crab. **Ecology**, v. 53, n. 5, p. 960-964, 1972.

CONOVER, M.R. The importance of various shell characteristics to the shell-selection behavior of hermit crabs. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, n. 32, p. 131-142, 1978.

FANTUCCI, M. Z.; BIAGI, R. & MANTELLATO, F. L. Shell occupation by the endemic western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) from Caraguatatuba, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 859-867, 2008.

FLOETER, S. R.; NALESSO, R.C.; RODRIGUES, M.M.P. & TURRA, A. Patterns of shell utilization and selection in two sympatric hermit crabs (Anomura: Diogenidae) in south-east Brazil. **Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 80, p. 1053-1059, 2000.

FOTHERINGHAM, N. Population consequences of shell utilization by hermit crabs. **Ecology**, Durhan, v. 57, p. 570-578, 1976.

GALINDO, L. A., BOLAÑOS, J. A. & MANTELATTO, F. L. Shell utilization pattern by the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest and Saint Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae) from Margarita Island, Caribbean Sea, Venezuela. **Caribbean Journal of Science**, v. 20, n. 1, p. 49-57, 2008.

GRANT, W. C. J. R & ULMER, K. M. Shell selection and aggressive behavior in two sympatric species of hermit crabs. **Biological Bulletin**, Stanford, v. 146, p. 32-43, 1974.

HAZLETT, B. A. The Behavioral Ecology of hermit crabs. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.12, p.1-22, 1981.

IMAZU, M. & ASAKURA, A. Distribution, reproduction and Shell utilization patterns in three species of intertidal hermit crabs on a rocky shore on the Pacific coast of Japan. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 184, p. 41-65, 1994.

MANTELATTO, F. L. M. & DOMINCIANO, L. C. C. Pattern of shell utilization by the hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, Southern Brasil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 3, p. 265-272. 2002.

MANTELATTO, F. L. M. & GARCIA, R. B. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from southern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, Kansas, v. 20, n. 3, p. 460-467, 2000.

MANTELATTO, F. L. & MEIRELES, A. L. 2004. The importance of shell occupation and shell availability in the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Paguridae) population from Southern Atlantic. **Biologia Marinha**, v. 75, p. 27-35, 2004.

MEIRELES, A. L.; BIAGI, R. & MANTELATTO, F. L. M. Gastropod shell availability as a potential resource for the hermit crab infralittoral fauna of Anchieta Island (SP), Brazil. **Nauplius**, v. 11, n.2, p. 99-105, 2003.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda do Litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea**. São Paulo: Plêiade, 1999, 551 p.

NEIL, S. J.; ELWOOD, R. W. Behavioural modification during egg-brooding in the hermit crab, *Pagurus bernhardus* L. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 94, p. 99–114, 1985.

OLIVEIRA, I. A. P. **Padrão de ocupação de conchas de gastrópodos por caranguejoseremitas e aspectos populacionais de *Clibanarius antillensis* (Stimpson, 1859) (CRUSTACEA: DECAPODA: DIOGENIDAE) na Praia do Pacheco (Caucaia – CE).** 2010. Monografia - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

REDDY, T. & BISESWAR, R. Patterns of shell utilization in two sympatric species of hermit crabs from the Natal coast (Decapoda, Anomura, Diogenidae). **Crustaceana** v. 65, n. 1, p.13-24, 1993.

REESE, E.S. Shell selection behavior of hermit crabs. **Animal Behaviour**, v. 10, p. 347-360, 1962.

REESE, E. S. Behavioral adaptations of intertidal hermit crabs. **The American Naturalist**, Chicago, v. 9, n. 2, p. 343-355, 1969.

RIBEIRO, F. B. **Ecologia e biologia reprodutiva de duas espécies de caranguejos-ermitões (decapoda: anomura: diogenidae): uma abordagem latitudinal.** 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Do Mar (Labomar), Universidade Federal Do Ceará, Ceará.

RIOS, E. **Compendium of Brazilian Sea Shells.** Evagraf, Rio Grande, 2009.

RITTSCHOF, D.; SARRICA, J. & RUBEINSTEIN, D. Shell dynamics and microhabitat selection by striped legged hermit crabs, *Clibanarius vittatus* (Bosc). **Journal of Crustacean Biology**, Kansas, v. 192, p. 157-172, 1995.

ROTJAN, R. & BLUM, J. Shell choice in *Pagurus longicarpus* hermit crabs: does predation threat influence shell selection behavior? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.56, p. 171–176, 2004.

SANT'ANNA, B. S.; ZANGRANDE, C. M.; REIGADA, A. L. D. & SEVERINO-RODRIGUES, E. Spatial distribution and shell utilization in three sympatric hermit crabs at non-consolidated sublittoral of estuarine-bay complex in São Vicente, São

Paulo, Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 41, n. 2, p. 141 – 146, 2006.

SCULLY, E. P. The effects of gastropod shell availability and habitat characteristics on shell utilization by the intertidal hermit crab *Pagurus longicarpus*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 37, p. 139-152, 1979.

SOKAL, R. R & ROHLF, F. J. **Biometry**. Ed. Freeman, New York, 1995. 887 pp.

TURRA, A. Shell condition and adequacy of three sympatric intertidal hermit crab populations. **Journal of Natural History**, v. 37, n. 15, p. 1781–1795, 2003.

TURRA, A. & LEITE, F. P. P. Shell utilization patterns of a tropical intertidal hermit crab assemblage. **Journal of the Marine Biological Association of the U.k**, v. 82, p. 97–107, 2002.