



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**  
**AQUÁTICA E PESCA**



**ANA CAROLINA MELO RODRIGUES**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL, ESTRUTURA POPULACIONAL E**  
**PADRÃO DE OCUPAÇÃO DE CONCHAS DO ERMITÃO *Clibanarius symmetricus***  
**(RANDALL, 1840) (CRUSTACEA; DIOGENIDAE) EM UM ESTUÁRIO**  
**AMAZÔNICO EQUATORIAL**

**BELÉM-PA**

**2016**

ANA CAROLINA MELO RODRIGUES

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL, ESTRUTURA POPULACIONAL E  
PADRÃO DE OCUPAÇÃO DE CONCHAS DO ERMITÃO *Clibanarius symmetricus*  
(RANDALL, 1840) (CRUSTACEA; DIOGENIDAE) EM UM ESTUÁRIO  
AMAZÔNICO EQUATORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ecologia Aquática e Pesca.

**Orientadora:** Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos

BELÉM-PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

Rodrigues, Ana Carolina Melo, 1991-

Distribuição espaço-temporal, estrutura populacional e padrão de ocupação de conchas do ermitão *clibanarius symmetricus* (randall, 1840) (crustacea; diogenidae) em um estuário amazônico equatorial / Ana Carolina Melo Rodrigues. - 2016.

Orientadora: Jussara Moretto  
Martinelli-lemos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2016.

1. Ecologia aquática. 2. Pesca. 3. Conchas.  
4. Ecologia dos estuários - Marapanim (PA). I.  
Título.

CDD 23. ed. 577.6

---

ANA CAROLINA MELO RODRIGUES

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL, ESTRUTURA POPULACIONAL E  
PADRÃO DE OCUPAÇÃO DE CONCHAS DO ERMITÃO *Clibanarius symmetricus*  
(RANDALL, 1840) (CRUSTACEA; DIOGENIDAE) EM UM ESTUÁRIO  
AMAZÔNICO EQUATORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ecologia Aquática e Pesca.

**Orientadora:**

  
Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos - UFPA

**Banca examinadora:**

  
Prof. Dr. Fernando L. M. Mantelatto (membro titular) - USP/Ribeirão Preto

  
Profa. Dra. Virág Venekey (membro titular) - ICB/UFPA

  
Prof. Dr. Marcelo Petracco – IG/UFPA (membro titular) - IG/UFPA

Profa. Dra. Bianca Bentes da Silva (membro suplente) - IECOS/Bragança UFPA

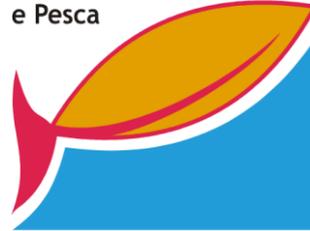
Prof. Dr. Leandro Juen (membro suplente) - ICB/UFPA

BELÉM-PA  
2016

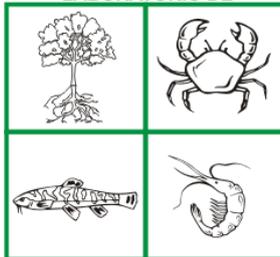
## INTITUIÇÕES DE APOIO E FONTE FINANCEIRA



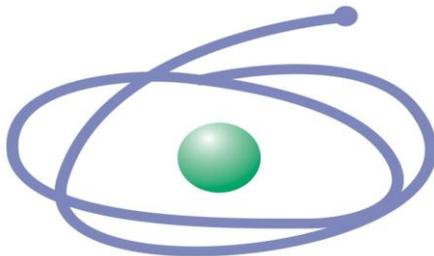
Programa de pós-graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



LABORATÓRIO DE



BIOLOGIA PESQUEIRA E  
MANEJO DE RECURSOS  
AQUÁTICOS



C A P E S



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

Projeto CT-Amazônia  
BIODECA

*Dedico este trabalho ao meu amor maior, minha amiga e  
companheira, minha mãe: Ana Lúcia.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por tantas graças recebidas em minha vida, por tudo o que tenho e tudo o que sou.

À minha mãe **Ana Lúcia**, por ser meu exemplo de vida, por acreditar no meu potencial e nunca me deixar desistir. Obrigada por fazer, sozinha, de tudo e mais um pouco para que nunca nos faltasse nada. Sem você nada disso seria possível.

Aos meus irmãos **Bruno** e **Filippe**, por nossa amizade infinita e pelo apoio em todos os momentos de minha vida. E às minhas cunhadinhas queridas **Poliane** e **Ana Paula** por serem tão solícitas e pelo incentivo.

Aos meus tios **Luíz Cláudio** (*in memoriam*) e **Kátia**, que me acolheram como uma filha durante toda minha graduação, e aos meus primos **Júnior** e **Karina** por toda ajuda em tudo e por serem meus exemplos de superação em não desistir da vida acadêmica.

À minha tia **Sandra**, obrigada por ter me acolhido como filha durante a pós-graduação e por tudo o que fazes por mim.

Obrigada à minha orientadora **Dra. Jussara Lemos** pela oportunidade e confiança depositada em mim, pela paciência, atenção, incentivo, ensinamentos, mas acima de tudo pela amizade. Obrigada por fazer parte da minha vida, você é um exemplo de vida para mim.

Às minhas irmãs científicas **Andréia** (“Mainha”), **Danielly** (“Xuxula”), **Dalila**, **Priscila** (“Pri”), **Leiliane** (“Leiloca”), **Danielle** (“Dani”), **Marcela** (“Mah”), **Francielly** (“Fran”), **Valdimere** (“Val”), **Miani** (“Mi”), **Edilene** (“Lene”) e **Alyne** pela amizade, carinho, conhecimentos compartilhados, incentivo e pela família a qual nos tornamos: a família GPECA. Sem esquecer dos raros meninos “gpecos” e não menos importantes: **Hebert**, **Gilnélio**, **Marcos** e **José**.

Ao meu amor **Kazuki**, obrigada por todo apoio nas horas que reclamo de tudo, pelo incentivo, por acreditar no meu potencial, mesmo quando nem eu mesma acredito, e principalmente por compreender o quanto isto é importante pra mim e nunca me fazer desistir deste sonho.

Às amigas **Amanda**, **Carol** (“kerol”), **Natália**, **Laina**, **Klara** e **Beatriz** pela unidade construída neste último ano de mestrado e por escutar minhas reclamações.

Às minhas irmãs de coração **Rafaela**, **Amanda** e **Jéssica**, que apesar do tempo e da distância, estão sempre presentes, me apoiando e me incentivando em tudo. Saudade do nosso ano de intercâmbio.

À amiga **Camille**, que me acompanhou até mesmo ao outro lado do Atlântico. Obrigada pela amizade, pelo companheirismo e cumplicidade.

Ao amigo *Allan Jamesson* pela composição do mapa do capítulo 1 e apoio científico.

Ao amigo *Pedro Marinho* pela amizade e pela tradução do abstract.

Aos demais companheiros do *Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo e Recursos Aquáticos*, em especial ao *Rory* (“Papusko”), *Paulinha* e *Édipo*.

À todos da turma do *mestrado PPGEAP 2014-2016* pelo conhecimento compartilhado, pelas horas de descontração, filas no RU, pelos adoráveis momentos da disciplina de campo em Caxiuanã, essa ninguém esquece!! Um agradecimento especial à *Yanne Mendes* que além da amizade construída desde a graduação, sua dedicação me inspira, você é meu exemplo de estudante (e profissional) brilhante, obrigada por tudo!

Agradeço aos professores *Dra. Virág Venekey* e *Dr. Cléverson Santos* pelas importantes contribuições na qualificação deste trabalho e aos professores *Dr. Fernando Mantelatto*, *Dra. Virág Venekey*, *Dr. Marcelo Petracco*, *Dra. Bianca Bentes* e *Dr. Leandro Juen* pelo aceite em compor a banca examinadora desta dissertação.

À todos os que participaram das coletas de campo, obrigada pelo apoio, a presença de vocês foi essencial para a realização deste trabalho.

Agradeço à *Universidade Federal do Pará (UFPA)*, por meio do *Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP)* pela importante contribuição em minha formação; à *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)* pela bolsa de estudos; ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)*, pelo financiamento do Programa *CT-AMAZÔNIA 32/2005 – BIODECA (Processo n. 553106/2005-8)* que viabilizou o estudo.

Enfim, obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste sonho.

## RESUMO

Os ermitões *Clibanarius symmetricus* habitam a região do entremarés estuarino amazônico e pouco se conhece acerca deste grupo na região equatorial brasileira. Esse estudo investiga a distribuição espaço-temporal da densidade, quais variáveis ambientais a influencia, bem como descrever a estrutura populacional e o padrão de ocupação de conchas por *C. symmetricus* nos afloramentos rochosos do estuário de Marapanim, Pará. Sendo o estuário um ambiente eurihalino, esperou-se que a variação da salinidade afetasse de modo distinto os padrões bioecológicos desta espécie comparado às populações de outras latitudes. As coletas foram feitas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, abrangendo dois períodos sazonais (seco e chuvoso), em quatro locais (A1, A2, B1 e B2), dois em cada margem do estuário. Em cada local foram feitas três subamostras na zona inferior e três na zona superior no médiolitoral, as quais foram delimitadas por um quadrante de 0,25m<sup>2</sup>. Os ermitões foram contados, identificados quanto ao sexo e medidas corpóreas aferidas. As conchas de gastrópodes ocupadas pelos ermitões também foram identificadas e medidas. Foram coletados 380 ermitões, cuja densidade foi significativamente maior nos locais com menores valores de temperatura, no período chuvoso, na faixa mais próxima ao mar aberto e na zona inferior do médiolitoral. A população estudada apresentou dimorfismo sexual, com machos maiores que fêmeas, distribuição unimodal e heterocedasticidade, recrutamento juvenil e reprodução contínua. A proporção sexual diferiu de 1:1 em favor dos machos e o tamanho de maturidade sexual da população foi de 3,6 mm de comprimento de escudo cefalotorácico. Um total de sete espécies de gastrópodes tiveram suas conchas ocupadas pelos ermitões, sendo 93,33% de *Thaisella trinitatensis*. Todas as medidas das conchas foram significativas para explicar o padrão de ocupação pelo ermitão, sendo apenas a largura total, a largura da abertura e o peso as que influenciaram significativamente no tamanho do animal. Além disso, o padrão de ocupação foi diverso entre machos e fêmeas e entre juvenis e adultos. A considerável abundância de *C. symmetricus* somado à presença do recrutamento juvenil ao longo do ano todo, e a disponibilidade de conchas que se ajustam ao tamanho do animal, indicam que o estuário de Marapanim é um local de grande potencial ecológico para o estabelecimento e manutenção desta espécie.

**Palavras-chave:** Anomura, Gastropoda, Amazônia, razão sexual, recrutamento juvenil.

## ABSTRACT

Hermit crabs *Clibanarius symmetricus* inhabit the intertidal zone of amazonian estuaries and few is known about this group in the Brazilian equatorial region. This study aims to access the spatial-temporal distribution of the density and the environmental variables that influences its pattern, as well as to describe the population structure and the shells occupation pattern by *C. symmetricus* on the rocky outcrops of Marapanim estuary, state of Pará. Due to the euryhaline characteristic of estuaries, it is expected that salinity variation affects distinctively the bioecological patterns of this species, when compared to other populations from other latitudes. Monthly samplings were carried out from August 2006 to July 2007, covering two seasonal periods (dry and wet season), in four spots (A1, A2, B1 and B2), two on each estuary margin, three subsamples on the lower zone and three on the upper zone of the mid-littoral, delimited by a 0.25m<sup>2</sup> quadrant. Hermit crabs were counted, identified for sex and body measures were registered. Gastropod shells used by the hermit crabs were also identified and measured. A total of 380 hermit crabs were collected, with the density significantly higher at locations with lower temperature values, in the rainy period, at the closest range from the sea and at the lower mid-littoral zone. Population studied here displayed sexual dimorphism, with males bigger than females, unimodal distribution and heteroscedasticity, juvenile recruitment and continuous reproduction. Sex ratio was different from 1:1 towards males and population size for sexual maturity was 3.6 mm of cephalothoracic shield length. Hermit crabs used gastropod shells from seven different species, fromthem 93.33% *Thaisella trinitatensis* shells. All shells measurements were significant to explain occupation pattern by the species of hermit crab, highlightening that only the total width, aperture width and weight significantly influenced the animal's size. Furthermore, occupation pattern was different between males and females, as well as between juveniles and adults. The considerable abundance of *C. symmetricus* summed with the juvenile recruitment along all year and the availability of shells that adjust to animal's size points that Marapanim estuary is a place of huge ecological potential to the establishment and maintenance of this species.

**Key-words:** Anomura, Gastropoda, Amazon, sex ratio, juvenile recruitment.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Fig. 1. Localização geográfica da área de estudo, com indicação dos quatro locais de coleta no estuário do Rio Marapanim - A1 e A2 (margem oeste), B1 e B2 (margem leste). Mapa: Allan Jamesson. .... 46
- Fig. 2. Densidade de *C. symmetricus* em relação ao período (a), às faixas (b) e às zonas do médiolitoral (c) no estuário do Rio Marapanim (PA), entre agosto de 2006 e julho de 2007, a partir dos resultados de PERMANOVA. .... 52
- Fig. 3. Médias da densidade de *C. symmetricus*, temperatura e salinidade no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico equatorial..... 53
- Fig. 4. Frequência de ocorrência de *C. symmetricus* indeterminado (IND), fêmeas não-ovígeras (F), fêmeas ovígeras (FO), machos (M) e intersexo (INT), no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico brasileiro. .... 54
- Fig. 5. Distribuição de frequência do Comprimento do Escudo Cefalotorácico (em mm) de *C. symmetricus* machos (M), fêmeas não-ovígeras (F), fêmeas ovígeras (FO), indivíduos intersexo (INT) e sexo indeterminado (IND), no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial..... 56
- Fig. 6. Distribuição de frequência do Comprimento do Escudo Cefalotorácico (em mm) de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial.57
- Fig. 7. Regressão entre comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) x largura do escudo cefalotorácico (LEC) (a), e entre comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) x peso total (PT) (b), de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico equatorial. .... 59

### CAPÍTULO 2

- Figura 1. Frequência do uso das conchas de diferentes espécies de gastrópodes em relação às classes de tamanho de CEC (comprimento do escudo cefalotorácico, em mm) de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. .... 80
- Figura 2. Variáveis biométricas das conchas de gastrópodes ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. (CTC= comprimento total da concha; LTC= largura total da concha; CAC= comprimento da abertura da concha; LAC= largura da abertura da concha; e PS= peso seco). .... 81
- Figura 3. Análise dos componentes principais (PCA) dos dados morfométricos das conchas de gastrópodes ocupadas pelo ermitão *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA), de agosto de 2006 a julho de 2007. .... 83

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela I. Estatística descritiva dos valores de salinidade e temperatura (°C) da água e pluviosidade (precipitação em mm) no estuário do Rio Marapanim, Amazônia equatorial entre agosto de 2006 a julho de 2007..... 50
- Tabela II. Resultado da análise PERMANOVA comparando a densidade de *C. symmetricus* entre (PE) período climático (seco e chuvoso), (FA) faixa (1 e 2), (MA) margem (A e B) e (ZO) zona (I e S) de coleta do estuário do Rio Marapanim, Amazônia equatorial.51
- Tabela III. Mínimo, Máximo, Média e Desvio Padrão (DP) de CEC (em mm) de *C. symmetricus* com sexo indeterminado, machos, fêmeas não-ovígeras, fêmeas ovígeras, intersexo e total da população, coletados no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial. .... 55
- Tabela IV. Razão sexual (RS) de *C. symmetricus* para o período de agosto de 2006 a julho de 2007 e proporção mensal, com valor de significância de 95%.  $\chi^2$ = Qui-Quadrado;  $p$  = probabilidade com  $\alpha$  de 5%..... 58
- Tabela V. Valores de CEC médio e menor fêmea ovígera (FO) (em mm) encontrados nos estudos com a espécie *C. symmetricus* em várias latitudes do litoral brasileiro... 64

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1. Estatística descritiva dos dados morfométricos das conchas de gastrópodes ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. (N= número de indivíduos; CTC= comprimento total; LTC= largura total; CAC= comprimento da abertura; LAC= largura da abertura; PS= peso seco; Mín.= Mínimo e Máx.= Máximo)..... 79
- Tabela 2. Espécies de gastrópodes com conchas ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007..... 82
- Tabela 3. Frequência de ocupação de conchas de gastrópodes por *C. symmetricus* (*vittatus*) em diferentes latitudes. Em negrito as maiores porcentagens de ocupação..... 85

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	vi
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
SUMÁRIO.....	13
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	15
INTRODUÇÃO GERAL .....	16
OBJETIVOS .....	24
Geral: .....	24
Específicos: .....	24
METODOLOGIA GERAL .....	25
REFERÊNCIAS .....	32

## CAPÍTULO 1

### **Distribuição espaço-temporal e estrutura populacional de *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840) (Crustacea, Diogenidae) em um estuário amazônico**

RESUMO .....	40
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
Área de estudo .....	43
Coleta e análise dos ermitões.....	45
Análise de dados .....	48
RESULTADOS .....	49
Fatores abióticos .....	49
Distribuição espaço-temporal dos ermitões .....	50
Estrutura populacional dos ermitões.....	53
Razão sexual .....	58
Crescimento relativo .....	58
DISCUSSÃO .....	60
AGRADECIMENTOS .....	67
REFERÊNCIAS .....	67

## CAPÍTULO 2

### **Padrão de utilização de conchas de gastrópodes pelo ermitão *Clibanarius symmetricus***

#### **(Anomura, Diogenidae) em um estuário amazônico equatorial**

Resumo: .....	72
Introdução .....	72
Material e métodos .....	75
<i>Área de estudo</i> .....	75
<i>Coleta e análise do material biológico</i> .....	75
<i>Análise dos dados</i> .....	77
Resultados.....	78
Discussão .....	83
Agradecimentos .....	88
Referências .....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	93
ANEXO 1 – Comprovante de submissão de artigo .....	95

## ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi elaborada no formato de artigo científico, em conformidade com o Art. 67 do Regimento Geral do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca de 2009, compreendendo uma Introdução Geral, Objetivo Geral, Metodologia Geral, dois artigos científicos nomeados Capítulos 1 e 2, e as Considerações Finais.

Na **Introdução Geral** é apresentada uma breve introdução sobre estuários e os ambientes rochosos do entremarés, bem como sobre a Infra-Ordem Anomura e o estado atual de conhecimento da ecologia de ermitões, além de uma revisão bibliográfica dos estudos relacionados aos fatores que influenciam a estruturação e distribuição espaço-temporal dos ermitões na costa brasileira e os estudos desenvolvidos especificamente com *Clibanarius symmetricus*. Posteriormente é apresentado um **Objetivo** e uma **Metodologia Geral**.

O **Capítulo 1** é um artigo que será submetido na revista Crustaceana. Teve por objetivo conhecer a distribuição espaço-temporal da densidade e a estrutura populacional do ermitão *Clibanarius symmetricus* presentes nos afloramentos rochosos do estuário do Rio Marapanim (PA), Amazônia equatorial, correlacionando a densidade com as variáveis ambientais (temperatura e salinidade), além de apresentar os dados de razão sexual, distribuição em frequências de tamanho e maturidade sexual morfológica.

O **Capítulo 2** foi submetido no Journal of Natural History (Anexo 1). Contém o padrão de utilização de conchas de gastrópodes por uma população do ermitão *Clibanarius symmetricus* do estuário do Rio Marapanim, região equatorial brasileira, com ênfase nas relações morfométricas entre os ermitões e as espécies de conchas de gastrópodes por eles ocupadas.

Por fim, são apresentadas as **Considerações Finais** com a conclusão geral do trabalho.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os estuários são ecossistemas transicionais entre ambiente marinho e de água doce, definidos, dentre outros fatores, a partir de suas características físicas e biológicas. A circulação e misturas de massas de água provenientes da descarga dos rios e entrada de água salina por meio dos fluxos de marés causam no estuário uma importante hidrodinâmica que forma um gradiente de condições e fatores, por exemplo, a salinidade (Statham, 2012). Características geométricas do estuário são importantes fatores para determinar a distribuição da salinidade, seja pelo efeito da descarga de água doce ou pela intrusão da cunha salina (Nguyen *et al.*, 2012).

Além disso, esta hidrodinâmica também é responsável pela elevada concentração de nutrientes na coluna d'água e no sedimento, o que garante alta produtividade a este ecossistema e o configura entre os ecossistemas mais produtivos do planeta (Levinton, 1995; McLusky e Elliott, 2004). Este fluxo de nutrientes no estuário é determinado principalmente pela entrada de água doce, uma vez que estas têm maiores concentrações de nutrientes que a água do mar adjacente (Statham, 2012), desempenhando, portanto, papel fundamental na dinâmica e na produtividade desse ecossistema (Knox, 2001).

Devido a sua complexidade em condições ambientais e grande variedade de habitats, os estuários são habitados por diversos tipos de organismos, servindo temporariamente como área de alimentação e 'berçário', bem como habitats permanentes para muitos grupos de peixes e invertebrados (Ronnback *et al.*, 1999), sendo considerado como um dos habitats mais resistentes do planeta (Elliott e McLusky, 2002).

Ambientes estuarinos divergem quanto a sua natureza geomorfológica, podendo ser encontrados desde sedimentos finos até substratos com alto grau de consolidação (Day *et al.*, 2012). Entre os substratos duros, os ambientes rochosos se caracterizam por representarem um ambiente dinâmico com diversos graus de exposição às ondas, o que controla a estrutura e

abundância das comunidades presentes neste local (Christofoletti *et al.*, 2011). O tamanho das rochas pode variar desde fragmentos até costões rochosos, sendo que sua estrutura influenciará na disposição dos organismos, além disso, a complexidade do ambiente entremarés é fator importante para servir de abrigo e proteção contra dessecação durante a maré baixa (Thompson *et al.*, 1996).

Os costões rochosos da região do entremarés são considerados habitats estressantes, pois estão submetidos a um gradiente de condições ambientais, desde totalmente marinhos – abaixo do nível da maré baixa – até totalmente terrestres, onde respingos das ondas alcançam os mais altos níveis acima da maré alta (Underwood, 2000). O limite superior do entremarés apresenta extremos no ambiente físico, como longos períodos de exposição ao ar, aumento da dessecação, temperatura elevada e forte radiação solar, considerando, assim, estes fatores como controladores deste tipo de ambiente, já o limite inferior é controlado, principalmente, por fatores bióticos como a interação entre os organismos (Connell, 1972). Como resultado, as espécies estão distribuídas ao longo deste gradiente de acordo com a sua capacidade de resistir a essas mudanças ambientais (Helmuth e Hofmann, 2001). Além disso, os organismos selecionam habitats onde podem se refugiar quando as condições são estressantes (Somero, 2002; Cartwright e Williams, 2012).

As espécies bentônicas marinhas que habitam estes ambientes, em geral, têm sua distribuição, abundância e estrutura influenciada tanto por fatores abióticos (como profundidade, temperatura, salinidade, textura do sedimento, quantidade de matéria orgânica e grau de exposição a ondas) quanto por fatores bióticos (relações intra- e interespecíficas), podendo estes atuar de forma conjunta ou isolada (Abele, 1974; Meireles *et al.*, 2006). Desta forma, a diversidade e a riqueza de espécies estão relacionadas com a disponibilidade e a distribuição espacial de micro-habitats, o que destaca a importância da heterogeneidade e

complexidade espacial no potencial de estabelecimento de algumas espécies (Aguilera *et al.*, 2014).

Muitas espécies de interesse econômico e importância ecológica são encontradas nos costões rochosos de entremarés, como mexilhões, ostras, crustáceos e peixes (Coutinho, 2002). Por encontrarem condições favoráveis como abrigo, proteção e disponibilidade de alimento, os crustáceos decápodes como os camarões, caranguejos, siris e anomuros (ermitões e porcelanídeos), compõem uma grande parte da fauna destes ambientes (Abele, 1974; Nucci *et al.*, 2001), e atuam diretamente no ciclo de nutrientes e fluxo de energia dos ecossistemas aquáticos (Castiglione *et al.*, 2011). Nos afloramentos rochosos dos estuários amazônicos, por exemplo, há uma grande abundância dos crustáceos decápodes (Oliveira *et al.*, 2012; Silva e Martinelli-Lemos, 2012; Oliveira *et al.*, 2013; Morais e Lee, 2014; Sampaio e Martinelli-Lemos, 2014, Silva *et al.*, submetido), indicando ser um ambiente favorável ao desenvolvimento destes crustáceos.

Os crustáceos da Ordem Decapoda Latreille, 1802 apresentam mais de 14.740 espécies atualmente descritas (Ahyong *et al.*, 2011) e constituem a maior e mais diversa ordem dos crustáceos. Este grupo habita uma grande variedade de biótopos, sejam eles marinho, de água doce ou terrestre (Abele, 1982) e o estabelecimento deste grupo em determinado ambiente deriva da evolução de estratégia adaptativa da população (Mantelatto e Sousa, 2000). A Infra-Ordem Anomura MacLeay, 1838 apresenta um pouco mais de 2.700 espécies descritas, distribuídas em 19 famílias e 222 gêneros (Ahyong *et al.*, 2011). Os organismos deste grupo estão entre os mais diversos morfologicamente (plano básico do corpo) e ecologicamente entre os crustáceos decápodes, incluindo os porcelanídeos, ermitões, aeglídeos, galateídeos e tatuíras. Eles habitam uma grande variedade de ambientes, sejam eles marinhos, dulcícolas e estuarinos e apresentam como característica comum a redução do quinto par de pereiópodes e urópodos reduzidos (Melo, 1999).

Os ermitões representam um grupo significativo entre os crustáceos marinhos, habitam águas costeiras do mundo todo, representando uma parcela importante de muitas comunidades bentônicas do entremarés e ambientes de moderada profundidade, em que desempenham um papel importante na cadeia alimentar marinha e ciclagem de nutrientes (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1997; Fransozo e Mantelatto, 1998), além de serem importantes indicadores de mudanças ambientais na zona intermareal (Dunbar *et al.*, 2003). Além disso, os ermitões também apresentam alta plasticidade em suas atividades reprodutivas, marcado por diferentes estratégias adotadas pela mesma espécie em diferentes localidades, bem como espécies diferentes que habitam o mesmo local (Garcia e Mantelatto, 2001a).

Pelo fato de apresentarem um frágil abdome, não calcificado, assimétrico e torcido, os ermitões utilizam-se de conchas vazias de gastrópodes ou outro tipo de cobertura não-convencional como proteção (Hazlett, 1981; McLaughlin *et al.*, 2010). Podem também utilizar uma grande variedade de abrigos alternativos tais como conchas de bivalves, briozoários, placas de cracas ou mesmo conchas de gastrópodes terrestres (Garcia *et al.*, 2003; Sant'Anna *et al.*, 2005). A capacidade da seleção e ocupação das conchas de gastrópodes pelos ermitões como forma de proteção é um importante fator que explica a presença destes crustáceos em praticamente todos os tipos de ambientes marinhos e uma das principais razões para o sucesso evolutivo destes organismos (Hazlett, 1981; Garcia e Mantelatto, 2001b).

O uso das conchas não é dado de forma aleatória, sendo influenciado por diversos fatores, quais sejam: disponibilidade de conchas na natureza, peso, tamanho, forma e/ou volume interno da concha ou as que melhor se ajustam ao animal, ou mesmo por competições intra- e interespecíficas (Martinelli e Mantelatto, 1999; Bertini e Fransozo, 2000; Garcia e Mantelatto 2000, 2001b; Meireles *et al.*, 2003; Dominciano e Mantelatto, 2004; Mantelatto e Meireles, 2004; Meireles e Mantelatto, 2005; Biagi *et al.*, 2006a; Sant'Anna *et al.*, 2006a; Terossi *et al.*, 2006; Fantucci *et al.*, 2008; Fransozo *et al.*, 2008; Ayres-Peres *et al.*, 2012;

Frameschi *et al.*, 2014), além da presença de epibiontes na concha (Martinelli e Mantelatto, 1998; Ayres-Peres e Mantelatto, 2010). Um número considerável de outros animais pode estar associado aos ermitões e suas conchas, tanto internamente, como espécies de porcelanídeos (Meireles e Mantelatto, 2008), quanto em sua superfície exterior tais como: algas coralinas e algas filamentosas, poliquetos, briozoários, cirripédios, cracas, cnidários e moluscos (Martinelli e Mantelatto 1998; Turra, 2003, Ayres-Peres e Mantelatto, 2010; Fernandez-Leborans, 2013; Ribeiro *et al.*, 2015).

Vários estudos foram desenvolvidos com espécies de ermitões no litoral brasileiro, porém estão, em sua maioria, restritos ao litoral da região subtropical brasileira. A distribuição espaço-temporal destes organismos pode variar em função do tipo de substrato e quantidade de matéria orgânica (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1997; Fransozo *et al.*, 1998; Meireles *et al.*, 2006), ou mesmo ser influenciado pela temperatura (Ayres-Peres e Mantelatto, 2008a; Fantucci *et al.*, 2009a) e salinidade (Sant'Anna *et al.*, 2006a). Podem ainda estarem relacionados não apenas com um destes fatores, mas por um grupo de fatores, seja os supracitados, ou até mesmo com profundidade e espécies coexistentes (Mantelatto *et al.*, 2004; Meireles *et al.*, 2006; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008a). Além disso, os padrões de dinâmica e distribuição das populações de ermitão podem estar influenciadas pela disponibilidade de conchas de gastrópodes no ambiente (Meireles *et al.*, 2003; Biagi *et al.*, 2006b), ou mesmo a capacidade reprodutiva das espécies (Iossi *et al.*, 2005).

Com relação aos aspectos populacionais e reprodutivos das várias espécies de ermitões, a maioria tem distribuição não normal com padrão unimodal (Fransozo e Mantelatto, 1998; Garcia e Mantelatto, 2001a; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008b; Mantelatto *et al.*, 2010). A reprodução é contínua, em sua maioria apresentam dimorfismo sexual evidente, com machos maiores que fêmeas (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991; Branco *et al.*, 2002; Martinelli *et al.*, 2002; Fransozo *et al.*, 2003; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008b, Biagi *et al.*,

2006b; Fantucci *et al.*, 2009b;). A razão sexual é quase sempre em favor dos machos (Bertini e Fransozo, 2000; Mantelatto e Martinelli, 2001; Martinelli *et al.*, 2002; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008b; Biagi *et al.*, 2006b; Mantelatto *et al.*, 2007; Fantucci *et al.*, 2009b).

Dentre os ermitões, um total de 48 espécies entre os Diogenidae, Paguridae e Parapaguridae foram registradas para a costa brasileira (Ayres-Peres e Mantelatto, 2008b). Para o litoral paraense foram encontradas 13 espécies, sendo em sua maioria pertencentes à Família Diogenidae Ortmann, 1892 (Barros e Pimentel, 2001; Coelho *et al.*, 2007). A Família Diogenidae inclui 20 gêneros e 428 espécies (McLaughlin *et al.*, 2010; Ah Yong *et al.*, 2011), com 24 destas espécies registradas no Brasil (Ayres-Peres e Mantelatto, 2008b) e possui uma clara dominância na região tropical. Seus representantes ocupam uma grande variedade de habitats (Ayón-Parente e Hendrickx, 2010).

O gênero *Clibanarius* Dana, 1852 é um membro importante das regiões de entremarés e águas rasas (Melo, 1999; Mantelatto *et al.*, 2010) e com 60 espécies registradas em todo o mundo (McLaughlin *et al.*, 2010; Negri *et al.*, 2014). No Atlântico Ocidental, seis espécies de *Clibanarius* são atualmente reconhecidas: *C. antillensis* Stimpson, 1859, *C. foresti* Holthuis, 1959, *C. sclopetarius* (Herbst, 1796), *C. tricolor* (Gibbes, 1850), *C. vittatus* (Bosc, 1802) (Melo, 1999; Nucci e Melo, 2015) e, mais recentemente incluído nesta lista, *C. symmetricus* (Randall, 1840) (Negri *et al.*, 2014).

*Clibanarius symmetricus* foi classificado primeiramente como *Pagurus symmetricus* e, posteriormente, incluído no gênero *Clibanarius* por Dana (1852). Porém, durante muito tempo, esta espécie foi tradicionalmente identificada como *C. vittatus*. Somente em 2014 um estudo utilizando dados moleculares e morfológicos (Negri *et al.*, 2014) distinguiu claramente ambas as espécies, apesar da alta similaridade entre elas.

Inicialmente, Negri *et al.* (2012) testaram as diferenças genéticas entre as espécies *C. vittatus* e *C. sclopetarius*, uma vez que as diferenças morfológicas entre eles são sutis em

relação ao padrão de coloração das pernas ambulatórias. E apesar de suas conclusões apoiarem a separação em espécies distintas, eles também verificaram divergências de alto peso molecular entre *C. vittatus* de dois subgrupos, um do Brasil e outro do Golfo do México, o que poderia indicar a existência de uma espécie críptica confundida com o nome de *C. vittatus*.

A partir disso, Negri *et al.* (2014) verificaram a partir de evidências morfológicas (padrão de coloração das pernas ambulatórias) e moleculares (DNA Barcode do gene COI) que *C. vittatus* se restringe às populações da costa sudeste dos Estados Unidos e do Golfo do México, e *C. symmetricus* corresponde às populações distribuídas no Caribe a partir de Belize, Panamá, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, e na costa nordeste da América do Sul a partir da Guiana Francesa até Santa Catarina, Brasil. As duas espécies apresentam divergência genética variando de 5,18 a 7,29% para o marcador analisado (Negri *et al.*, 2014).

A espécie *C. symmetricus* vive em águas estuarinas e de manguezal, normalmente em regiões de entremarés ou em águas rasas com menos de 1 m e, com menor frequência, até 22 m de profundidade (Negri *et al.*, 2014). Ocorre em grande abundância em ambientes de costões e afloramentos rochosos, uma vez que estes ambientes oferecem uma grande variedade de microhabitats, caracterizados por vários tipos de sedimentos, garantindo-lhes proteção e uma ampla variedade de alimento (Fransozo *et al.*, 2008).

Poucas publicações existem acerca desta espécie, porém, em função da confusão taxonômica, muitas pesquisas com população de ermitão na costa brasileira trouxeram dados sobre *C. vittatus*. Deste modo, essa é a espécie de Diogenidae mais bem estudada no Brasil, e um grande número de trabalhos têm abordado vários aspectos biológicos da espécie. Aqui serão considerados como *C. symmetricus*, por ser a espécie presente na costa brasileira.

O conhecimento desta espécie decorre dos estudos sobre distribuição espaço-temporal (Turra e Denadai, 2002; Sant'Anna *et al.*, 2006a; Sampaio *et al.*, 2009), aspectos

populacionais (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991; Turra e Leite 2000a; Sant'Anna *et al.*, 2009; Mantelatto *et al.*, 2010), comportamentais (Turra e Leite 2000b; Turra e Denadai, 2003; Turra, 2005), padrões de crescimento (Sant'Anna *et al.*, 2008), padrão de ocupação de conchas (Reigada e Santos, 1997; Turra e Leite, 2002, 2004; Sant'Anna *et al.*, 2006a, 2006b; Sampaio e Masunari, 2010) e intersexualidade (Turra, 2004; Sant'Anna *et al.*, 2009, 2010). Poucos são os estudos relacionados com biomarcadores e bioindicadores, como os estudos de efeitos, assimilação e ocorrência do contaminante TBT<sup>1</sup> (Sant'Anna *et al.*, 2012a, 2012b, 2014) e estudos bioquímicos e fisiológicos (Gonçalves *et al.* 2006). Estudos mais recentes são os que envolvem dados moleculares (Negri *et al.*, 2012, 2014). No entanto, apesar da grande quantidade de publicações com *C. symmetricus*, em sua grande maioria são registros restritos às regiões sul e sudeste do litoral brasileiro, sendo o limite setentrional dos trabalhos com esta espécie o Estado do Piauí. Não há qualquer referência científica publicada em periódico indexado que aborde algum aspecto da bioecologia deste grupo na região equatorial.

Estudos que caracterizam a população são considerados como um dos dados mais importantes para avaliar as diferenças entre as populações de diferentes áreas e para entender os seus mecanismos adaptativos (Mantelatto *et al.*, 2010). A ausência de pesquisa sobre *C. symmetricus* no litoral amazônico equatorial impede a compreensão do funcionamento da mesma, frente às diferentes latitudes. Na perspectiva de que o litoral equatorial brasileiro se apresenta como uma região com distintos padrões de dinâmica costeira e características singulares de clima, de sazonalidade e regime de macromarés em relação às demais regiões da costa brasileira, este estudo torna-se importante para contribuir em um melhor conhecimento desses organismos e entender a sua biologia.

---

<sup>1</sup> TBT: Tributilestanho, composto organoestânico (geralmente usado em tintas anti-incrustantes para barcos) de alta toxicidade para os organismos aquáticos, podendo causar alterações hormonais e consequentes alterações reprodutivas, ou ocasionar deformações em partes do corpo ou mesmo causar mortalidade em diversos organismos (e. g. Fernandez e Pinheiro, 2007; Limaverde *et al.*, 2007; Sant'Anna *et al.*, 2012a, 2012b).

## OBJETIVOS

### Geral:

Caracterizar a distribuição espaço-temporal, a estrutura populacional e o padrão de ocupação de conchas de gastrópodes do ermitão *Clibanarius symmetricus* nos afloramentos rochosos de um estuário amazônico equatorial.

### Específicos:

- Estimar a densidade dos ermitões *C. symmetricus* e correlacioná-la com as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e os fatores (período sazonal, faixa e margem do estuário, e zona do médiolitoral).

H1: Existe variação significativa da densidade de *C. symmetricus* em relação às variáveis ambientais (salinidade e temperatura), períodos sazonais e locais de coleta.

H1: O padrão de distribuição é distinto aos padrões encontrados em outras latitudes.

- Descrever a estrutura populacional de *C. symmetricus*, descrevendo a proporção sexual, a distribuição de frequência em classes de tamanho, a época de recrutamento juvenil, o tipo de reprodução e a maturidade sexual morfológica da população.

H1: A população apresenta estrutura populacional distinta dos encontrados em regiões subtropicais.

- Estudar o padrão de ocupação de conchas de gastrópodes pelo ermitão *C. symmetricus*, a fim de identificar as espécies de gastrópodes cujas conchas foram ocupadas, as medidas da concha mais representativas no padrão de ocupação pelos ermitões e quais delas mais influenciam no tamanho do ermitão.

H1: O padrão de ocupação de conchas é diferente dos padrões encontrados nas diferentes latitudes.

## **METODOLOGIA GERAL**

### **Área de estudo**

As coletas dos ermitões foram realizadas no estuário do Rio Marapanim, localizado na região nordeste do Estado do Pará, zona costeira amazônica, entre as Reservas Extrativistas “Mãe Grande de Curuçá” e de “Maracanã” e próximo a Área de Proteção Ambiental da Ilha de Algodal/Maiandeuca (à leste do estuário de Marapanim), região conhecida como “Salgado Paraense”. Esta região funciona como importante berçário para muitas espécies de peixes e crustáceos, sendo classificada como área de prioridade extremamente alta para a conservação e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (MMA 2007).

A região situa-se à leste da desembocadura do Rio Amazonas e possui livre conexão com o Oceano Atlântico, sendo fortemente influenciada por um regime de macromarés semidiurnas com amplitude de 3,5 a 6 metros, com marés que alcançam velocidade máxima de corrente de inundação em junho-julho e velocidade máxima de corrente vazante em março-abril (Silva et al., 2009). O limite de alcance da maré salina se estende por até mais de 60 km no estuário durante o período de baixa precipitação (Berrêdo et al., 2008), na segunda metade do ano (julho a dezembro).

A intrusão da maré salina associada às descargas hídrica e sedimentar do Rio Amazonas, promove um ambiente de misturas de águas que influencia a dinâmica costeira e a morfologia do canal estuarino (Berrêdo et al., 2008), o qual apresenta uma morfologia em forma de funil, com uma diminuição da largura em direção ao rio. Esse fato influencia em diferentes padrões a sedimentação e processos dominantes ao longo do estuário (Silva et al., 2009).

O clima da região é do tipo tropical úmido, influenciada pela ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) a qual determina a alternância das estações climáticas e hidrologia dos rios locais (Berrêdo et al., 2008), com média anual de temperatura em torno de

27°C, contudo, sem amplas variações ao longo do ano, e total pluviométrico anual entre 2400 a 3300 mm (Moraes et al., 2005). As estações climáticas são definidas de acordo com níveis de pluviosidade, sendo definido como período seco os meses de julho a dezembro, e período chuvoso os meses de janeiro a junho (Moraes et al., 2005). No entanto, baseando-se nos dados da Agência Nacional das Águas (ANA) para o ano ao qual se realizou este estudo, em janeiro houve um comportamento atípico, com ausência de chuvas. Deste modo consideramos aqui como período seco de agosto a janeiro, e período chuvoso de fevereiro a julho.

### **Coleta e análise do material biológico**

As coletas ocorreram mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, abrangendo dois períodos sazonais: seco (agosto a janeiro) e chuvoso (fevereiro a julho), junto ao substrato consolidado da região superior e inferior do médiolitoral do estuário em quatro locais, determinados pela combinação de faixa (1 – jusante: baixo estuário e 2 – montante: estuário médio superior) e margem (A – margem oeste do estuário e B – margem leste). À margem oeste do estuário do Rio Marapanim está localizado o Município de Marapanim (proximidade do local A2) e o vilarejo de Marudá (local A1), consideradas áreas mais antropizadas, e à leste do estuário estão localizados os locais B2 (próximo ao vilarejo denominado “Cafezal”) e B1 (próximo à Ilha de Algodal), consideradas áreas mais preservadas e menor influência antrópica. Os locais são delimitados pelas coordenadas: A1 (0°38’S e 47°38’W), A2 (0°42’S e 47°41’W), B1 (0°38’S e 47°34’W) e B2 (0°43’S e 47°38’W) (Figura 1).

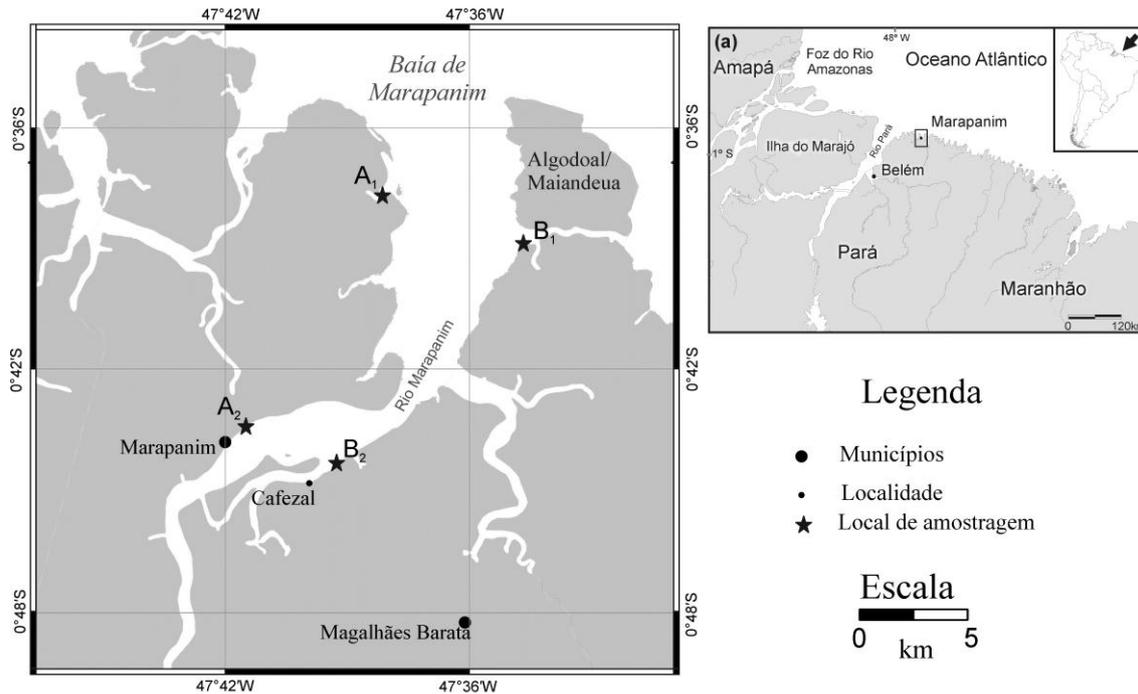


Fig. 1. Localização geográfica da área de estudo, com indicação dos quatro locais de coleta no estuário do Rio Marapanim - A1 e A2 (margem oeste), B1 e B2 (margem leste). Mapa: Allan Jamesson.

Os locais de coleta foram escolhidos de forma a contemplar um gradiente de salinidade, pois a faixa 1 apresenta maiores valores de salinidade devido à influência do mar aberto e a faixa 2, região intermediária do estuário, há maior influência de água doce, e por conseguinte a salinidade é sempre menor em relação à faixa 1.

Os locais apresentam diferentes configurações entre a densidade e o tamanho dos fragmentos rochosos, sendo A1 e B1 apresentando rochas maiores e mais densas, B2 semelhante aos anteriores em relação ao tamanho, porém com aspecto ferruginoso e de fácil fragmentação, enquanto que A2 apresenta rochas diminutas, além de serem em parte recobertos por lama (Figura 2) (Silva & Martinelli-Lemos, 2012).



Figura 2: Locais de coleta dos ermitões *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim, entre agosto de 2006 a julho de 2007.

Em cada local foram realizadas três amostragens aleatórias em duas zonas diferentes do entremarés (3 na zona superior e 3 na zona inferior do médiolitoral) totalizando 288 amostras (4 locais x 2 zonas x 3 amostragens x 12 meses), sempre durante a maré baixa de sizígia e período diurno, em regiões equidistantes e obedecendo a mesma linha horizontal em relação à margem do estuário.

Para a demarcação da área de coleta, foi utilizado um quadrante de 0,5 m de comprimento por 0,5m de largura, disposto aleatoriamente, onde os ermitões foram coletados manualmente até aproximadamente cinco centímetros de profundidade da área demarcada. O material coletado foi colocado em recipientes de plástico e peneiras e lavados em água corrente do estuário para a separação dos organismos. Todas as amostras foram separadas em sacos plásticos e mantidas em gelo até serem levadas ao laboratório.

Amostras de água presentes entre os fragmentos rochosos foram coletadas em cada local, simultaneamente às coletas dos organismos. A mensuração da salinidade foi obtida

utilizando-se um refractômetro óptico. Os valores de temperatura foram obtidos a partir da água da margem adjacente de cada local de coleta com um termômetro de mercúrio. Os valores de precipitação foram obtidos através do banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007).

Em laboratório, todo o material foi triado após prévio descongelamento à temperatura ambiente, e os exemplares de *C. symmetricus* identificados de acordo com Negri et al. (2014). O sexo dos indivíduos foi identificado pela análise morfológica dos apêndices sexuais e do abdômen, sendo os machos àqueles com as aberturas dos gonóporos presentes nas coxas do quinto par de pereiópodes, as fêmeas com gonóporo no terceiro par, os intersexos com os gonóporos tanto nas coxas do terceiro quanto no quinto par de pereiópodes, e os que não puderam ser identificados quanto ao sexo foram denominados “indeterminados”. Foram obtidas as seguintes medidas corpóreas: comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) e a largura do escudo cefalotorácico (LEC), todos medidos com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e o peso total úmido (PT) aferido em balança digital de 0,01g de precisão.

As espécies de conchas foram identificadas com o auxílio de literatura específica e especialistas, e as conchas foram depositadas na coleção do Museu de Zoologia da USP (tombamentos de 120849 a 120854). Foram aferidas medidas de comprimento da abertura da concha (CAC), largura da abertura da concha (LAC), comprimento total da concha (CTC) e largura total da concha (LTC). Todas as medidas feitas com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e o peso seco das conchas (PS - aferido em balança digital de 0,01g após permanência das conchas por 24 horas em estufa a 60°C).

### **Análise de dados**

A abundância dos ermitões *C. symmetricus* foi estimada em valores de densidade, calculada dividindo-se o número de indivíduos (ind.) pela área amostrada (0,25 m<sup>2</sup>),

apresentando os dados como indivíduos/m<sup>2</sup> (ind./m<sup>2</sup>). As médias de salinidade e temperatura da água foram comparadas entre diferentes períodos sazonais (seco e chuvoso), margens do estuário (A e B), faixas (1 e 2), locais (A1, A2, B1 e B2) e zonas do entremarés (porção superior e inferior do mediolitoral) a partir de uma análise de variância multifatorial (MANOVA).

A densidade dos ermitões não apresentou normalidade e homocedasticidade, mesmo após sofrerem transformações necessárias. Então, para verificar se houve diferença na densidade de *C. symmetricus* em relação aos tratamentos (período, faixa, margem, zona), foi realizada uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) utilizando-se 9999 permutações (Anderson, 2005). Para isso, as análises basearam-se em matrizes de similaridade utilizando-se o índice de Bray-Curtis, a partir de valores de densidade transformados por  $\log(x+1)$ .

Para análise da distribuição de frequência de tamanho do ermitão, os indivíduos foram agrupados em classes de intervalo de 1mm (CEC). A normalidade da distribuição da amostra, tanto para sexos agrupados quanto para sexos separados, foi testada com KS (Kolmogorov-Smirnov). Para comparar o tamanho entre os grupos sexuais, foi feito um teste *t* de *Student*. As proporções de machos e fêmeas em relação às classes de tamanho e aos meses foram comparadas utilizando-se o teste do  $\chi^2$  (Qui-Quadrado), sendo retirados desta análise os exemplares de sexo indeterminado e intersexo.

O tamanho de CEC correspondente ao início da maturidade sexual morfológica foi estimado através da observação de *breakpoints* nas regressões. A relação LEC (variável dependente) x CEC (variável independente) foi determinada através de análise de regressão linear ajustada segundo a fórmula da equação  $Y=a+b.X$ . Enquanto que a relação entre CEC x PT foi determinada por análise de regressão de acordo com a equação do tipo potência ( $Y=a.X^b$ ). A alometria [positiva ( $b>3$ ), negativa ( $b<3$ ) e quando não houve ( $b=3$ )] foi

confirmada pelo teste *t* de *Student*. Para todas as análises estatísticas foi adotado o nível de significância de 95%.

O padrão de utilização das espécies de conchas por *C. symmetricus* foi analisado com a frequência relativa em classes de tamanho de 1mm. Para determinar quais medidas da concha foram mais representativas no padrão de ocupação pelos ermitões, foi feita uma análise de componentes principais (PCA) segundo Borcard et al. (2011) e Legendre e Legendre (2012). Para esta análise os dados foram padronizados, uma vez que estavam em diferentes escalas, sendo calculada uma matriz de correlação a partir de 9.999 randomizações, onde foi gerado um coeficiente de correlação, o qual indica quais das variáveis são explicadas pelos eixos dos componentes principais. Dos resultados obtidos, foram extraídos os valores dos *scores* gerados para as unidades amostrais, bem como os *loadings* para as variáveis. Além disso, foram obtidos os autovalores, a porcentagem de explicação de cada eixo e o valor do *Broken-Stick*. Os eixos que melhor explicaram as variações dos dados foram considerados aqueles que apresentaram autovalores maiores que o predito pelo *Broken-Stick*. Para gerar o gráfico com a distribuição espacial dos dados, foram plotados os *scores* gerados para as unidades amostrais nos eixos 1 e 2 e os dados das variáveis categóricas (espécies de gastrópodes ocupadas e estágio de desenvolvimento - juvenis e adultos).

Para verificar se existe relação entre o tamanho do ermitão e o tamanho ou peso da concha por ele escolhida, foi realizada uma regressão múltipla, sendo CEC a variável dependente e as variáveis biométricas das conchas as independentes. Para isso, os dados foram transformados em  $\log(x+1)$ , uma vez que não apresentaram distribuição normal. Esta análise apresentou como resultado um coeficiente de correlação global e um para cada variável, o qual indica o grau de associação entre as variáveis analisadas, variando desde -1 (alta correlação negativa) a 1 (alta correlação positiva), passando por zero (ausência de correlação).

## REFERÊNCIAS

- ABELE, L.G. 1974. Species Diversity of Decapod Crustaceans in Marine Habitats. **Ecology**, 55(1): 156-161.
- ABELE, L.G. 1982. In: Bliss, D. E. **Biogeography. The biology of Crustacea: systematics, the fossil record, and biogeography**. New York: Academic Press, Inc, v. 1: 242-304.
- AGUILERA, M.A.; BROITMAN, B.R.; THIEL, M. 2014. Spatial variability in community composition on a granite breakwater versus natural rocky shores: Lack of microhabitats suppresses intertidal biodiversity. **Marine Pollution Bulletin** 87, 257-268.
- AHYONG, S.T.; LOWRY, J.K.; ALONSO M.; BAMBER, R.N.; BOXSHALL, G.A.; CASTRO, P.; GERKEN, S.; KARAMAN, J.S.; GOY, J.W.; JONES. D.S.; MELAND, K.; ROGERS, D.C. & SVAVARSSON, J. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. In: Z.Q. ZHANG (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa** 3148, 165-191.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Brasília-DF. Available at <http://www.ana.gov.br>. Accessed on December 2007.
- ANDERSON, M.J. 2005. **PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance**. New Zealand: Department of Statistics, University of Auckland, 24p.
- AYÓN-PARENTE, M.; HENDRICKX, M.E. 2010. Species richness and distribution of hermit crabs of the family Diogenidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) in the eastern Pacific. **Nauplius** 18(1): 1-12.
- AYRES-PERES, L.; MANTELATTO, F.L. 2008a. Patterns of distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Decapoda, Diogenidae) in two coastal areas of southern Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía** 43(2): 399-411.
- AYRES-PERES, L.; MANTELATTO, F.L. 2008b. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre** 98(1): 28-35.
- AYRES-PERES, L.; MANTELATTO, F.L. 2010. Epibiont occurrence on gastropod shells used by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo, Brazil. **Zoologia** 27(2), 222-227.
- AYRES-PERES, L.; QUADROS, A.F.; MANTELATTO, F.L. 2012. Comparative analysis of shell occupation by two southern populations of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Diogenidae). **Brazilian Journal of Oceanography** 60(3), 299-310.
- BARROS, M.P.; PIMENTEL, F.R. 2001. A fauna de Decapoda (Crustacea) do Estado do Pará, Brasil: lista preliminar das espécies. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia** 17(1), 15-41.
- BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L.; PROGNE, M.P.S. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazonica** 38(3), 473-482.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. 2000. Patterns of shell utilization in *Petrochirus diogenes* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology** 20(3), 468-473.
- BIAGI, R.; MEIRELES, A.L.; SCALZO, M.A.; MANTELATTO, F.L. 2006a. Comparative study of shell choice by the southern endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* from Brazil and Argentina. **Revista Chilena de Historia Natural** 79, 481-487.
- BIAGI, R.; MEIRELES, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2006b. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliopsis* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 78(3), 451-462.

- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. 2011. **Numerical Ecology with R. Séries Use R!** (Gentleman, R.; Hornik, K.; Parmigiani, G.G., ed.), Springer, p. 306.
- BRANCO, J.O.; TURRA, A.; SOUTO, F.X. 2002. Population biology and growth of the hermit crab *Dardanus insignis* at Armação do Itapocoroy, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 82(4), 597-603.
- CARTWRIGHT, S.R.; WILLIAMS, G.A. 2012. Seasonal variation in utilization of biogenic microhabitats by littorinid snails on tropical rocky shores. **Marine Biology** 159, 2323–2332.
- CASTIGLIONE, D.S.; OLIVEIRA, P.J.A.; SILVA, J.S., COELHO, P.A. 2011. Population dynamics of *Sesarma rectum* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) in the Ariquindá River mangrove, north-east of Brazil. **Journal of the Marine Association of the United Kingdom** 91(7), 1395-1401.
- CHRISTOFOLETTI, R.A.; TAKAHASHI, C.K.; OLIVEIRA, D.N.; FLORES, A.A.V. 2011. Abundance of sedentary consumers and sessile organisms along the wave exposure gradient of subtropical rocky shores of the south-west Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 91, 961-967.
- COELHO, P.A.; ALMEIRA, A.O.; BEZERRA, L.E.A.; SOUZA-FILHO, J.F. 2007. An updated checklist of decapod crustaceans (infraorders Astacidea, Thalassinidea, Polychelida, Palinura, and Anomura) from the northern and northeastern Brazilian coast. **Zootaxa** 1519, 1-16.
- CONNELL, J.H. 1972. Community interactions on marine rocky intertidal shores. **Annual Review of Ecology and Systematics** 3, 169-192.
- COUTINHO, R. 2002. Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 147-157.
- DANA, J.D. 1852. Crustacea. **Part I. United States Exploring Expedition. During the Years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842. Under the Command of Charles Wilkes**, U. S. N. Vol. 13: i-viii, 1-685. C. Sherman, Philadelphia (reprinted Antiquariaat Junk, Lochem, 1972).
- DAY, J.W.; CRUMP, B.C.; KEMP, W.M.; YÁNEZ-ARANCIBIA, A. 2012. **Estuarine Ecology**. 2ª edição, Jonh Wiley and Sons, New York. 537 pp.
- DOMINCIANO, L.C.C.; MANTELATTO, F.L.M. 2004. The influence of shell species and size on the shell selection pattern of *Paguristes tortugae* (Decapoda, Diogenidae) from Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). **Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre** 94(4), 1-4.
- DUNBAR, S.G.; COATES, M., KAY, A. 2003. Marine hermit crabs as indicators of freshwater inundation on tropical shores. **Memoirs of Museum Victoria** 60(1), 27-34.
- ELLIOTT, M.; MCLUSKY, D.S. 2002. The need for definitions in understanding Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 55, 815-827.
- FANTUCCI, M.Z.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2008. Shell occupation by the endemic western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) from Caraguatatuba, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 68(4), 859-867.
- FANTUCCI, M.Z.; BIAGI, R.; MEIRELES, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2009a. Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest & Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae). **Nauplius** 17(1), 37-47.
- FANTUCCI, M.Z.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2009b. Use of pleopod morphology to determine sexual dimorphism and maturity in hermit crabs: *Isocheles sawayai* as a model. **Helgoland Marine Research** 63, 169-175.
- FERNANDEZ-LEBORANS, G. 2013. A review of cnidarian epibionts on marine crustacean. **Oceanological and Hydrobiological Studies** 42(3), 347-357.

- FERNANDEZ, M.A.; PINHEIRO, F.M. 2007. New approaches for monitoring the marine environment: the case of antifouling paints. **International Journal of Environment and Health**, 1(3), 427-448.
- FRAMESCHI, I.F.; PAULA, B.C.; FERNANDES-GÓES, L.C.; ALENCAR, C.E.R.D.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.M. 2014. Gastropod shells used by *Dardanus insignis* (Decapoda, Anomura) near islands in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Bioscience Journal, Uberlândia** 30(5), 1563-1572.
- FRANSOZO, A.; BERTINI, G.; BRAGA, A.A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Aquatic Ecology** 42, 437-448.
- FRANSOZO, A.; GARCIA, R.B.; MANTELATTO, F.L.M. 2003. Morphometry and sexual maturity of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Crustacea, Anomura) from Brazil. **Journal of Natural History** 37, 297-304.
- FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M. 1998. 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** 18(4), 738-745.
- FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.; BERTINI, G.; FERNANDEZ-GÓES, L.C.; MARTINELLI, J.M. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, north coast of São Paulo State, Brazil. **Acta Biologica Venezuelica** 18(4), 17-25.
- GARCIA, R.B.; MANTELATTO, F.L.M. 2000. Variability of shell occupation by intertidal and infralittoral *Calcinus tibicen* (Anomura, Diogenidae) populations. **Nauplius** 8(1), 99-105.
- GARCIA, R.B.; MANTELATTO, F.L.M. 2001a. Population dynamics of the hermit crab *Paguristes erythrops* (Diogenidae) from Anchieta Island, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 81, 3900/1-6.
- GARCIA, R.B.; MANTELATTO, F.L.M. 2001b. 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.
- GARCIA, R.B.; MEIRELES, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2003. Unusual shelters occupied by brazilian hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Diogenidae). **Brazilian Journal of Biology** 63(4): 721-722.
- GONÇALVES, R.R.; MASUI, D.C.; McNAMARA, J.C.; MANTELATTO, F.L.; GARÇON, D.P.; FURRIEL, D.P.M.; LEONE, F.A. 2006. A kinetic study of the gill (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>)-ATPase, and its role in ammonia excretion in the intertidal hermit crab, *Clibanarius vittatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A** 145, 346-356.
- HAZLETT, B.A. 1981. The behavioral ecology of hermit crab. **Annual Review of Ecology and Systematics** 12, 1-22.
- HELMUTH, B.; HOFMANN, G.E. 2001. Microhabitats, thermal heterogeneity, and patterns of physiological stress in the rocky intertidal zone. **Biological Bulletin** 201, 374-384.
- IOSSI, C.L.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2005. Egg production and shell relationship of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from southern Brazil. **Animal Biology** 55(2), 111-121.
- KNOX, G.A. 2001. **Ecology of Seashores**. CRC Press, United States. ISBN: 0-8493-0008-8. 471pp.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 2012. **Numerical Ecology**. 3rd ed. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, p. 990.
- LEVINTON, S. J. 1995. **Marine Biology - Function, Biodiversity, Ecology**. New York, Oxford: Oxford University Press. 420pp.

- LIMAVERDE, A.M.; WAGENER, A.L.R.; FERNANDEZ, M.A.; SCOFIELD, A.L.; COUTINHO, R. 2007. *Stramonita haemastoma* as a bioindicator for organotin contamination in coastal environments. **Marine Environmental Research** 64, 384-398.
- MANTELATTO, F.L.; ESPÓSITO, D.L.A.; TEROSSI, M.; BIAGI, R.; MEIRELES, A.L. 2007a. Population features of the Western Atlantic hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) in Brazil. **Atlântica, Rio Grande** 29(2), 107-114.
- MANTELATTO, F.L.; CHRISTOFOLETTI, R.A.; VALENTI, W.C. 2005. 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 United Kingdom** 85, 127-128.
- MANTELATTO, F.L.; FERNANDES-GÓES, L.C.; FANTUCCI, M.Z.; BIAGI, R.; PARDO, L.M.; GÓES, J.M. 2010. A comparative study of population traits between two South American populations of the striped-legged hermit crab *Clibanarius vittatus*. **Acta Oecologica** 36, 10-15.
- MANTELATTO, F.L.; MARTINELLI, J.M. 2001. Relative growth and sexual dimorphism of the South Atlantic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from Ubatuba, Brazil. **Journal of Natural History** 35, 429-437.
- MANTELATTO, F.L.; MARTINELLI, J.M.; FRANSOZO, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil. **Revista de Biología Tropical** 52(1), 47-55.
- 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 the southern atlantic. **Bulletin of Marine Science** 75(1), 27-35.
- MANTELATTO, F.L.; SOUSA, L.M. 2000. Population biology of the hermit crab *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Anomura, Diogenidae) from Anchieta Island, Ubatuba, Brazil. **Nauplius** 8(2), 185-193.
- MARTINELLI, J.M.; MANTELATTO, F.L. 1998. Occurrence of exobionts in gastropod shells occupied by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura: Diogenidae) in Ubatuba Bay (SP) Brazil. *In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* 2(104), 221-226. São Paulo, Publicações ACIESP.
- MARTINELLI, J.M.; MANTELATTO, F.L.M. 1999. Shell utilization by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Diogenidae) in Ubatuba Bay, Brazil. *Crustaceans and the Biodiversity Crisis, Crustaceana* 1, 719-731.
- MARTINELLI, J.M.; MANTELATTO, F.L.M.; FRANSOZO, A. 2002. Population structure and breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana** 75(6), 791-802.
- MCLAUGHLIN, P.A.; BOYKO, C.B.; CRANDALL, K. AKOMAI, T.; LEMAITRE, R.; OSAWA, M.; RAHAYU, D.L. 2010. Annotated Checklist of Anomuran Decapod Crustaceans of the World (Exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) – Preamble and Scope. **The raffles Bulletin of Zoology**. Supplement No. 23: 1-4.
- MCLUSKY, D.S.; ELLIOTT, M. 2004. **The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management**. 3<sup>a</sup> ed. Oxford: Oxford University Press. 216pp.
- MEIRELES, A.L.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2003. Gastropod shell availability as a potential resource for the hermit crab infralittoral fauna of Anchieta Island (SP), Brazil. **Nauplius** 11(2), 99-105.
- MEIRELES, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2005. Shell use by *Pagurus brevidactylus* (Anomura, Paguridae): a comparison between laboratory and field conditions. **Acta Zoologica Sinica** 51(5), 813-820.

- MEIRELES, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2008. Biological features of a puzzling symbiotic association between the hermit crab *Dardanus insignis* and the porcellanid crab *Porcellana sayana* (Crustacea). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 362, 38-42.
- MEIRELES, A.L.; TEROSSI, M.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the Southwestern coast of Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía** 14(1): 87-95.
- MELO, G. A. S. 1999. **Manual de Identificação dos Crustáceos Decapoda do Litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea**. São Paulo: Plêiade/FAPESP.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Mapa das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: Atualização – Portaria MMA nº9, 23 de janeiro de 2007. Available from: [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/biodiversidade31.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodiversidade31.pdf).
- MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L.; COSTA, M.H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica** 35(2), 207-214.
- MORAIS, G.C.; LEE, J.T. 2014. Intertidal benthic macrofauna of rare rocky fragments in the Amazon region. **Revista de Biología Tropical** 62(1), 69-86.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A.; SANTOS, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia** 83, 187-194.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; HEBLING, N.J. 1991. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha em quatro espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral paulista. **Biotemas** 4(2), 135-148.
- NEGRI, M.; LEMAITRE, R.; MANTELATTO, F.L. 2014. Molecular and morphological resurrection of *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840), a cryptic species hiding under the name for the “thin stripe” hermit crab *C. vittatus* (Bosc, 1802) (Decapoda: Anomura: Diogenidae). **Journal of Crustacean Biology** 34(6), 848-861
- NEGRI, M.; PILEGGI, L.G.; MANTELATTO, F.L. 2012. Molecular barcode and morphological analyses reveal the taxonomic and biogeographical status of the stripedlegged hermit crab species *Clibanarius sclopetarius* (Herbst, 1796) and *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Decapoda: Diogenidae). **Invertebrate Systematics** 26, 561-571.
- NGUYEN, D.H.; UMEYAMA, M.; SHINTANI, T. 2012. Importance of geometric characteristics for salinity distribution in convergent estuaries. **Journal of Hydrology** 448-449, 1-13.
- NUCCI, P.R.; TURRA, A.; MORGADO, E.H. 2001. Diversity and distribution of crustaceans from 13 sheltered sandy beaches along São Sebastião Channel, south-eastern Brasil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 81, 475-484.
- NUCCI, P.R.; MELO, G.A.S. 2015. Hermit crabs from Brazil: Family Diogenidae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea), except Paguristes. **Zootaxa** 3947(3), 327-346.
- OLIVEIRA, D.B.; SILVA, D.C.; MARTINELLI, J.M. 2012. Density of larval and adult forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 92(2), 295-303.
- OLIVEIRA, D.B.; SILVA, D.C.; MARTINELLI-LEMO, J.M. 2013. Larval and adult density of the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Anomura: Porcellanidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. **Zoologia** 30 (6), 592-600.

- REIGADA, A.L.D.; SANTOS, S. 1997. Biologia e relação com a concha em *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Diogenidae) em São Vicente, SP, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 40, 941-952.
- RIBEIRO, F.B.; MATTHEWS-CASCON, H.; MANTELATTO, F.L.; BEZERRA, L.E.A. 2015. Shell occupation and ectosymbionts of two hermit crab species in the South Atlantic: a comparative analysis. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 1-11.
- RONNBACK, P.; TROELL, M.; KAUTSKY, N.; PRIMAVERA, J.H. 1999. Distribution pattern of shrimps and fish among *Avicennia* and *Rhizophora* microhabitats in the Pagbilao Mangroves, Philippines. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 48, 223-234.
- SAMPAIO, S.R.; MASUNARI, S.; HASEYAMA, K.L.F. 2009. Distribuição temporal do ermitão *Clibanarius vittatus* (Anomura, Diogenidae) no litoral do Paraná. **Iheringia, Série Zoológica** 99(3), 276-280.
- SAMPAIO, S.R.; MASUNARI, S. 2010. Characterization of the occupied shells by the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda, Diogenidae) at Baixio Mirim tideflat, Guaratuba Bay, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 82(4), 833-842.
- SAMPAIO, H.A.; MARTINELLI-LEMONS, J.M. 2014. Use of intertidal areas by shrimps (Decapoda) in a Brazilian Amazon estuary. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 86(1), 333-345.
- SANT'ANNA, B.S.; ZANGRANDE, C.M.; REIGADA, A.L.D.; 2005. Utilization of shells of the snail *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) by the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Decapoda, Anomura) in the São Vicente Estuary, São Paulo, Brazil. **Invest. Mar., Valparaíso**, 33(2), 217-219.
- SANT'ANNA, B.S.; ZANGRANDE, C.M.; REIGADA, A.L.D.; SEVERINO-RODRIGUES, E. 2006a. 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** 41(2), 141-146.
- SANT'ANNA, B.S.; ZANGRANDE, C.M.; REIGADA, A.L.D.; PINHEIRO, M.A.A. 2006b. Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. **Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre** 96(2), 261-266.
- SANT'ANNA, B.S.; CHRISTOFOLETTI, R.A.; ZANGRANDE, C.M.; REIGADA, A.L.D. 2008. Growth of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Anomura, Diogenidae) at São Vicente, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives Biology and Technology** 51, 547-550.
- SANT'ANNA, B.S.; REIGADA, A.L.D.; PINHEIRO, M.A.A. 2009. Population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Anomura) in an estuarine region of southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 89(4), 761-767.
- SANT'ANNA, B.S.; SANTOS, D.M.; MARCHI, M.R.R.; ZARA, F.J.; TURRA, A. 2012a. Effects of tributyltin exposure in hermit crabs: *Clibanarius vittatus* as a model. **Environmental Toxicology and Chemistry** 31, 632-638.
- SANT'ANNA, B.S.; SANTOS, D.M.; MARCHI, M.R.R.; ZARA, F.J.; TURRA, A. 2014. Surface-sediment and hermit-crab contamination by butyltins in southeastern Atlantic estuaries after ban of TBT-based antifouling paints. **Environmental Science and Pollution Research** 21, 6516-6524.
- SANT'ANNA, B.S.; SANTOS, D.M.; SANDRON, D.C.; SOUZA, S.C.; MARCHI, M.R.R.; ZARA, F.J.; TURRA, A. 2012b. Hermit crabs as bioindicators of recent tributyltin (TBT) contamination. **Ecological Indicators** 14, 184-188.
- SANT'ANNA, B.S.; TURRA, A.; ZARA, F.J. 2010. Simultaneous activity of male and female gonads in intersex hermit crabs. **Aquatic Biology** 10, 201-209.

- SILVA, D.C.; MARTINELLI-LEMOS, J.M. 2012. Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, northern Brazil. **Zoologia** 29 (2), 144-158.
- SILVA, D.C.; RODRIGUES, A.C.M.; MARTINELLI-LEMOS, J.M. Spatial-temporal distribution of *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Anomura: Porcellanidae) in rocky outcrops of an Amazon Estuary, Brazil. Submetido.
- SILVA, A.C.; SOUZA FILHO, P.W.M.; RODRIGUES, S.W.P. 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). **Continental Shelf Research** 29, 619-623.
- SOMERO, G.N. 2002. Thermal physiology and vertical zonation of intertidal animals: optima, limits, and costs of living. **Integrative and Comparative Biology** 42, 780-789.
- STATHAM, P.J. 2012. Nutrients in estuaries - An overview and the potential impacts of climate change. **Science of the Total Environment** 434, 213-227.
- TEROSSO, M.; ESPÓSITO, D.L.A.; MEIRELES, A.L.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F.L. 2006. Pattern of shell occupation by the hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Journal of Natural History** 40(1-2), 77-87.
- THOMPSON, R.C.; WILSON, B.J.; TOBIN, M.L.; HILL, A.S.; HAWKINS, S.J. 1996. Biologically generated habitat provision and diversity of rocky shore organisms at a hierarchy of spatial scales. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 202, 73-84.
- TURRA, A. 2003. Shell condition and adequacy of three sympatric intertidal hermit crab populations. **Journal of Natural History** 37, 1781-1795.
- TURRA, A. 2004. Intersexuality in hermit crabs: reproductive role and fate of gonopores in intersex individuals. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 84, 757-759.
- TURRA, A. 2005. Reproductive behavior of intertidal hermit crabs (Decapoda, Anomura) in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(2), 313-319.
- TURRA, A.; DENADAI, M.R. 2002. Substrate use and selection in sympatric intertidal hermit crabs species. **Brazilian Journal of Biology** 62(1), 107-112.
- TURRA, A.; DENADAI, M.R. 2003. Daily activity of four tropical intertidal hermit crabs from southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 63(3), 537-544.
- TURRA, A.; LEITE, F.P.P. 2000a. Population biology and growth of three sympatric species of intertidal hermit crabs in south eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 80, 1061-1069.
- TURRA, A.; LEITE, F.P.P. 2000b. Clustering behavior of hermit crabs (Decapoda, Anomura) in an intertidal rocky shore at São Sebastião, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 60, 39-44.
- TURRA, A.; LEITE, F.P.P. 2002. Shell utilization patterns of a tropical intertidal hermit crab assemblage. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 82, 97-107.
- TURRA, A.; LEITE, F.P.P. 2004. Shell-size selection by the intertidal sympatric hermit crabs. **Marine Biology** 145, 251-257.
- UNDERWOOD, A.J. 2000. Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? **Journal of Experimental Marine Biology** 250, 51-76.

## CAPÍTULO 1

**Distribuição espaço-temporal e estrutura populacional de *Clibanarius symmetricus***

**(Randall, 1840) (Crustacea, Diogenidae) em um estuário amazônico**

Este capítulo foi elaborado de acordo com as normas do periódico *Crustaceana*, disponível no

site:

<http://www.brill.com/crustaceana>

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E ESTRUTURA POPULACIONAL DE  
*CLIBANARIUS SYMMETRICUS* (RANDALL, 1840) (CRUSTACEA, DIOGENIDAE) EM  
UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Ana Carolina Melo Rodrigues e Jussara Moretto Martinelli-Lemos

RESUMO

Os ambientes de afloramento rochoso do entremarés estuarino abrigam grande diversidade e riqueza de espécies de importância ecológica, como os ermitões *Clibanarius symmetricus*, os quais estão presentes em grande abundância nestes ambientes, sendo uma espécie pouco estudada na região equatorial. Nessa perspectiva, este estudo investiga a distribuição espaço-temporal da densidade e a estrutura populacional de *C. symmetricus* coletados nos afloramentos rochosos do estuário de Marapanim, região Norte do Brasil, partindo da hipótese de que, devido às distintas características ambientais nos estuários equatoriais, os padrões de distribuição e a estrutura da população diferirão daqueles de outras latitudes. As coletas ocorreram mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, abrangendo dois períodos sazonais: seco (agosto a janeiro) e chuvoso (fevereiro a julho), junto ao substrato consolidado da região superior e inferior do médiolitoral do estuário. Quatro locais foram coletados, determinados pela combinação de faixa (1 – jusante: baixo estuário e 2 – montante: estuário médio superior) e margem (A – margem oeste do estuário e B – margem leste), as quais foram delimitadas por um quadrante de 0,25m<sup>2</sup>. Os ermitões foram contados, identificados quanto ao sexo e tiveram as medidas corpóreas aferidas. A densidade foi significativamente maior nos locais com menores valores de temperatura, no período chuvoso, na faixa mais próxima ao mar aberto e na zona inferior do médiolitoral. A população estudada apresentou dimorfismo sexual, com machos maiores que fêmeas, distribuição de frequência de tamanho unimodal, recrutamento juvenil e reprodução contínua, proporção sexual de 1,5:1 em favor dos machos, e o tamanho de maturidade sexual da população foi de 3,6 mm de

comprimento de escudo cefalotorácico. Apesar das peculiaridades do ambiente estuarino amazônico, o padrão de distribuição e estrutura da população de *C. symmetricus* foi semelhante ao de outras latitudes, refutando a hipótese inicial.

Palavras-chave: Anomura, macrobentos, abundância, classes de tamanho, razão sexual.

## INTRODUÇÃO

Os ermitões *Clibanarius* Dana, 1852 são membros importantes das comunidades bentônicas das regiões de entremarés e águas rasas das regiões tropicais e subtropicais (Melo, 1999; Mantelatto et al., 2010), onde desempenham um papel importante na cadeia alimentar marinha e ciclagem de nutrientes (Negreiros-Fransozo et al., 1997; Fransozo & Mantelatto, 1998), além de serem importantes indicadores de mudanças ambientais na zona intermareal (Dunbar et al., 2003). São conhecidas 60 espécies válidas em todo o mundo (McLaughlin et al., 2010; Negri et al., 2014), dentre elas, *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840) que tem limite setentrional no Caribe a partir de Belize, Panamá, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, e na costa nordeste da América do Sul a partir da Guiana Francesa até Santa Catarina, Brasil (Negri et al., 2014).

Esta espécie vive em águas estuarinas e de manguezal, normalmente em regiões de entremarés ou em águas rasas (1 m) e, com menor frequência até 22 m de profundidade (Negri et al., 2014). Estes organismos estão presentes em grande abundância em ambientes de costões e afloramentos rochosos, ambientes que oferecem uma grande variedade de microhabitats e caracterizados por vários tipos de sedimentos, garantindo-lhes proteção e uma ampla variedade de alimento (Fransozo et al., 2008).

*Clibanarius symmetricus* foi classificado primeiramente como *Pagurus symmetricus* e, posteriormente, incluído no gênero *Clibanarius* por Dana (1852). Porém, durante muito

tempo, esta espécie foi tradicionalmente identificada como *C. vittatus* (Bosc, 1802). Em 2014 um estudo utilizando caracteres morfológicos (padrão de coloração das pernas ambulatórias) e dados moleculares (DNA Barcode do gene COI) distinguiu claramente ambas as espécies, apesar da alta similaridade morfológica entre elas (Negri et al., 2014). Deste modo, *C. vittatus* se restringe às populações da costa sudeste dos Estados Unidos e do Golfo do México, e *C. symmetricus* corresponde às populações distribuídas em parte da América Central e na costa nordeste da América do Sul até Santa Catarina, Brasil. Em função desta inconsistência taxonômica nunca antes verificada, muitas pesquisas com população de ermitão na costa brasileira trouxeram dados sobre *C. vittatus*, que aqui serão considerados como *C. symmetricus*, por ser a espécie presente na costa brasileira.

Estudos que caracterizam a população são considerados como um dos dados mais importantes para avaliar as populações de diferentes áreas e para entender os seus mecanismos adaptativos (Mantelatto et al., 2010). No entanto, estes estudos são restritos em sua grande maioria, ao litoral da região subtropical brasileira, e nada se conhece sobre os aspectos da bioecologia deste grupo na região equatorial.

Quanto à biologia da espécie, esta tem apresentado diferentes características em termos de período de reprodução, razão sexual e tamanho da população. Reprodução sazonal foi reportada para as populações da região subtropical (Turra & Leite, 2000; Sant'Anna et al., 2009; Mantelatto et al., 2010) e reprodução contínua na região tropical da América do Sul (Mantelatto et al., 2010), sendo que sua atividade reprodutiva foi mais intensa nos meses mais quentes (Sant'Anna et al., 2009). Em sua maioria, apresentam proporção sexual diferente de 1:1, seja em favor dos machos (Sampaio et al., 2009; Mantelatto et al., 2010) ou em favor das fêmeas (Negreiros-Fransozo et al., 1991; Turra & Leite, 2000; Sant'Anna et al., 2009; Mantelatto et al., 2010), e claro dimorfismo sexual com machos maiores (Turra & Leite, 2000; Sampaio et al., 2009; Sant'Anna et al., 2009; Mantelatto et al., 2010).

Dentre os fatores abióticos, a temperatura é considerada fator determinante para a atividade reprodutiva desta espécie além agir como modulador metabólico, bioquímico e hormonal (Sant'Anna et al., 2009). A salinidade também é um determinante na abundância e distribuição do ermitão *C. symmetricus* (Sant'Anna et al., 2006a), uma vez que as fêmeas ovígeras migram para locais mais salinos (Sant'Anna et al., 2008).

A ausência de pesquisa sobre *C. symmetricus* no litoral amazônico equatorial impedia a compreensão do funcionamento da mesma, frente às diferentes latitudes. Na perspectiva de que o litoral equatorial brasileiro se apresenta como uma região com diferentes padrões de dinâmica costeira, de sedimentação, de sazonalidade e clima, além de forte influência de marés de grande amplitude ( $\cong 4-6$  m), o que dá a essa região um caráter singular das demais latitudes, investiga-se a distribuição espaço-temporal da densidade e estrutura populacional do ermitão *C. symmetricus* nos afloramentos rochosos de um estuário amazônico equatorial, sob diferente influência de fatores ambientais. Partimos do pressuposto de que esta espécie apresenta padrões de distribuição e estrutura populacional distintos das demais latitudes em que já foi estudada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estuário do Rio Marapanim está localizado no Município de Marapanim, na zona costeira amazônica, norte do Brasil e estende-se por cerca de 2500 km<sup>2</sup>. A região situa-se à leste da desembocadura do Rio Amazonas e possui livre conexão com o Oceano Atlântico, sendo fortemente influenciada por um regime de macromarés semidiurnas com amplitude de 3,5 a 6 metros, com marés que alcançam velocidade máxima de corrente de inundação em junho-julho e velocidade máxima de corrente vazante em março-abril (Silva et al., 2009). O

limite de alcance da maré salina se estende por até mais de 60 km no estuário durante o período de baixa precipitação (Berrêdo et al., 2008), na segunda metade do ano (julho a dezembro).

Os sedimentos da área de Marapanim têm como principal formação geológica a Formação Barreiras, e são ricos em óxidos de sílica, ferro e alumínio (Berrêdo et al., 2008, Vilhena et al., 2010). A intrusão da maré salina associada às descargas hídrica e sedimentar do Rio Amazonas, promove um ambiente de misturas de águas que influencia a dinâmica costeira e a morfologia do canal estuarino (Berrêdo et al., 2008), o qual apresenta uma morfologia em forma de funil, com uma diminuição da largura em direção ao rio. Esse fato influencia em diferentes padrões a sedimentação e processos dominantes ao longo do estuário (Silva et al., 2009).

O clima da região é do tipo tropical úmido (com média de temperatura em torno de 27°C), influenciada pela ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) a qual determina a alternância das estações climáticas e hidrologia dos rios locais (Berrêdo et al., 2008), com média anual de temperatura em torno de 27°C e total pluviométrico anual entre 2400 a 3300 mm (Moraes et al., 2005). As estações climáticas são definidas de acordo com níveis de pluviosidade, sendo definido como período seco os meses de julho a dezembro, e período chuvoso os meses de janeiro a junho (Moraes et al., 2005). No entanto, baseando-se nos dados da Agência Nacional das Águas (ANA) para o ano ao qual se realizou este estudo, em janeiro houve um comportamento atípico, com ausência de chuvas. Deste modo consideramos aqui como período seco de agosto a janeiro, e período chuvoso de fevereiro a julho.

O estuário de Marapanim apresenta uma variedade de habitats costeiros dominados por florestas de mangue, com predominância de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans*, praias arenosas e lamosas, planícies de maré, manchas de marismas e

fragmentos rochosos (Silva et al., 2009). Sendo assim, os padrões de hidrodinâmica, morfologia e formação sedimentar deste estuário denotam um caráter singular a esta região.

#### Coleta e análise dos ermitões

As coletas ocorreram mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, abrangendo dois períodos sazonais: seco (agosto a janeiro) e chuvoso (fevereiro a julho), junto ao substrato consolidado da região superior e inferior do médiolitoral do estuário em quatro locais, determinados pela combinação de faixa (1 – jusante: baixo estuário e 2 – montante: estuário médio superior) e margem (A – margem oeste do estuário e B – margem leste). À margem oeste do estuário do Rio Marapanim está localizado o Município de Marapanim (proximidade do local A2) e o vilarejo de Marudá (local A1), consideradas áreas mais antropizadas, e à leste do estuário estão localizados os locais B2 (próximo ao vilarejo denominado “Cafezal”) e B1 (próximo à Ilha de Algodal), consideradas áreas mais preservadas e menor influência antrópica. Os locais são delimitados pelas coordenadas: A1 ( $0^{\circ}38'S$  e  $47^{\circ}38'W$ ), A2 ( $0^{\circ}42'S$  e  $47^{\circ}41'W$ ), B1 ( $0^{\circ}38'S$  e  $47^{\circ}34'W$ ) e B2 ( $0^{\circ}43'S$  e  $47^{\circ}38'W$ ) (Figura 1).

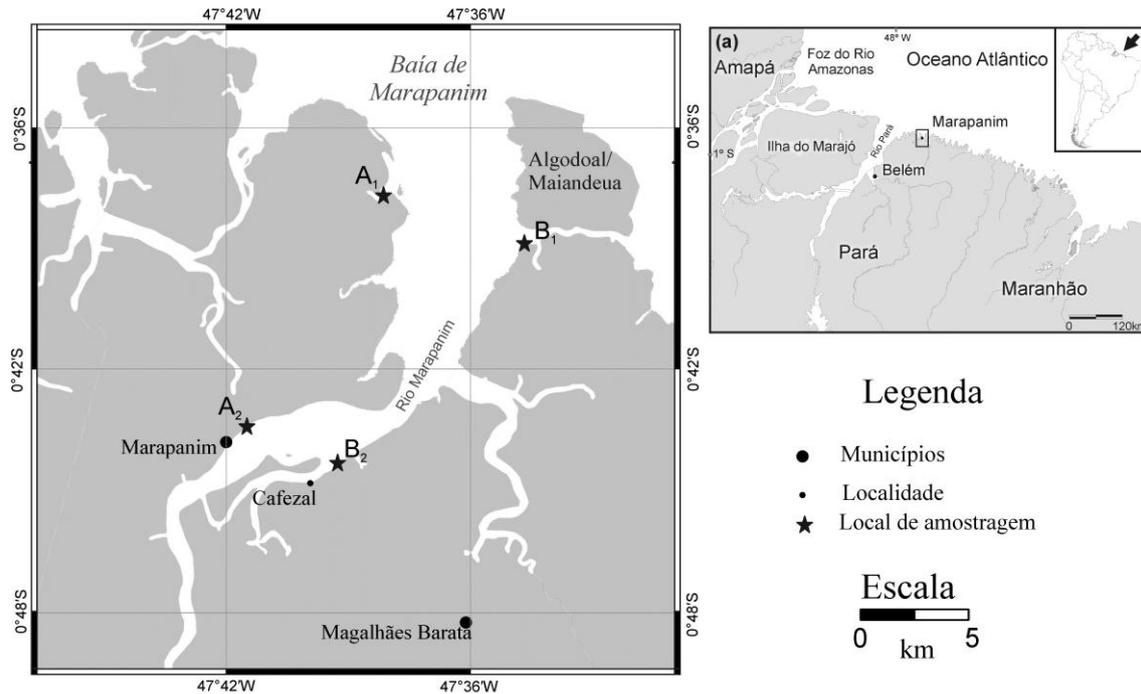


Fig. 2. Localização geográfica da área de estudo, com indicação dos quatro locais de coleta no estuário do Rio Marapanim - A1 e A2 (margem oeste), B1 e B2 (margem leste). Mapa: Allan Jamesson.

Os locais de coleta foram escolhidos de forma a contemplar um gradiente de salinidade, pois a faixa 1 apresenta maiores valores de salinidade devido à influência do mar aberto e a faixa 2, região intermediária do estuário, há maior influência de água doce, e por conseguinte a salinidade é sempre menor em relação à faixa 1.

Os locais apresentam diferentes configurações entre a densidade e o tamanho dos fragmentos rochosos, sendo A1 e B1 apresentando rochas maiores e mais densas, B2 semelhante aos anteriores em relação ao tamanho, porém com aspecto ferruginoso e de fácil fragmentação, enquanto que A2 apresenta rochas diminutas, além de serem em parte recobertos por lama (Silva & Martinelli-Lemos, 2012).

Em cada local foram realizadas três amostragens aleatórias em duas zonas diferentes do entremarés (3 na zona superior e 3 na zona inferior do médiolitoral) totalizando 288 amostras (4 locais x 2 zonas x 3 amostragens x 12 meses), sempre durante a maré baixa de

sizígia e período diurno, em regiões equidistantes e obedecendo a mesma linha horizontal em relação à margem do estuário.

Para a demarcação da área de coleta, foi utilizado um quadrante de 0,5 m de comprimento por 0,5m de largura, disposto aleatoriamente, onde os ermitões foram coletados manualmente até aproximadamente cinco centímetros de profundidade da área demarcada. O material coletado foi colocado em recipientes de plástico e peneiras e lavados em água corrente do estuário para a separação dos organismos. Todas as amostras foram separadas em sacos plásticos e mantidas em gelo até serem levadas ao laboratório.

Amostras de água presentes entre os fragmentos rochosos foram coletadas em cada local, simultaneamente às coletas dos organismos. A mensuração da salinidade foi obtida utilizando-se um refractômetro óptico. Os valores de temperatura foram obtidos a partir da água da margem adjacente de cada local de coleta com um termômetro de mercúrio. Os valores de precipitação foram obtidos através do banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007).

Em laboratório, todo o material foi triado após prévio descongelamento à temperatura ambiente, e os exemplares de *C. symmetricus* identificados de acordo com Negri et al. (2014). O sexo dos indivíduos foi identificado pela análise morfológica dos apêndices sexuais e do abdômen, sendo os machos àqueles com as aberturas dos gonóporos presentes nas coxas do quinto par de pereiópodes, as fêmeas com gonóporo no terceiro par, os intersexos com os gonóporos tanto nas coxas do terceiro quanto no quinto par de pereiópodes, e os que não puderam ser identificados quanto ao sexo foram denominados “indeterminados”. Foram obtidas as seguintes medidas corpóreas: comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) e a largura do escudo cefalotorácico (LEC), todos medidos com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e o peso total úmido (PT) aferido em balança digital de 0,01g de precisão. Estas medidas foram realizadas apenas nos ermitões que não apresentavam estruturas danificadas.

## Análise de dados

A abundância dos ermitões *C. symmetricus* foi estimada em valores de densidade, calculada dividindo-se o número de indivíduos (ind.) pela área amostrada (0,25 m<sup>2</sup>), apresentando os dados como indivíduos/m<sup>2</sup> (ind./m<sup>2</sup>).

As médias de salinidade e temperatura da água foram comparadas entre diferentes períodos sazonais (seco e chuvoso), margens do estuário (A e B), faixas (1 e 2), locais (A1, A2, B1 e B2) e zonas do entremarés (porção superior e inferior do mediolitoral) a partir de uma análise de variância multifatorial (MANOVA).

A densidade dos ermitões não apresentou normalidade e homocedasticidade, mesmo após sofrerem transformações necessárias. Então, para verificar se houve diferença na densidade de *C. symmetricus* em relação aos tratamentos (período, faixa, margem, zona), foi realizada uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) utilizando-se 9999 permutações (Anderson, 2005). Para isso, as análises basearam-se em matrizes de similaridade utilizando-se o índice de Bray-Curtis, a partir de valores de densidade transformados por  $\log(x+1)$ .

Para análise da distribuição de frequência de tamanho do ermitão, os indivíduos foram agrupados em classes de intervalo de 1mm (CEC). A normalidade da distribuição da amostra, tanto para sexos agrupados quanto para sexos separados, foi testada com KS (Kolmogorov-Smirnov). Para comparar o tamanho entre os grupos sexuais, foi feito um teste *t* de Student. As proporções de machos e fêmeas em relação às classes de tamanho e aos meses foram comparadas utilizando-se o teste do  $\chi^2$  (Qui-Quadrado), sendo retirados desta análise os exemplares de sexo indeterminado e intersexo.

O tamanho de CEC correspondente ao início da maturidade sexual morfológica foi estimado através da observação de *breakpoints* nas regressões. A relação LEC (variável

dependente) x CEC (variável independente) foi determinada através de análise de regressão linear ajustada segundo a fórmula da equação  $Y=a+b.X$ . Enquanto que a relação entre CEC x PT foi determinada por análise de regressão de acordo com a equação do tipo potência ( $Y=a.X^b$ ). A alometria [positiva ( $b>3$ ), negativa ( $b<3$ ) e quando não houve ( $b=3$ )] foi confirmada pelo teste *t* de *Student*. Para todas as análises estatísticas foi adotado o nível de significância de 95%.

## RESULTADOS

### Fatores abióticos

A precipitação pluviométrica variou de 0 mm em outubro a 760,6 mm em fevereiro, com média anual de  $189,7 \pm 250,9$  mm. Foram distinguidos dois períodos sazonais: um seco (agosto a janeiro) e outro chuvoso (fevereiro a julho). O volume médio de precipitação pluviométrica  $\pm$  desvio padrão foi de  $25,6 \pm 21,8$  mm no período seco e  $353,9 \pm 270,9$  mm no período chuvoso (Tabela 1).

A temperatura mínima da água foi de  $27,6^{\circ}\text{C}$  em fevereiro/2007 (período chuvoso) e a máxima foi de  $29,7^{\circ}\text{C}$  em agosto/2006 (período seco) (Tabela 1). Apesar dos valores serem bastante aproximados, as médias diferiram estatisticamente em relação aos períodos, sendo maior no período seco ( $28,84^{\circ}\text{C}$ ) (MANOVA,  $F=41,91$ ;  $p<0,0001$ ) e em relação às faixas, com maior média na faixa 2 ( $28,9^{\circ}\text{C}$ ) (MANOVA,  $F=101,29$ ;  $p<0,0001$ ). Entretanto, a temperatura não diferiu entre as margens ou entre zonas do médiolitoral ( $p>0,05$ ).

A salinidade mínima de zero (0) ocorreu em março/2007 e a máxima de 44 em outubro/2006 (Tabela 1), variando significativamente entre os períodos seco e chuvoso (MANOVA,  $F=234,85$ ;  $p<0,0001$ ), com maior amplitude de variação (2 a 44) no período seco. As médias de salinidade diferiram nos seguintes tratamentos: faixa 1 = 21,53 e faixa 2 =

13,21 (MANOVA,  $F=77,33$ ;  $p<0,0001$ ); margem A = 15,27 e margem B = 19,45 (MANOVA,  $F=10,4$ ;  $p=0,001$ ), porém não diferiu entre as zonas inferior (17,21) e superior (17,87) do médiolitoral.

Tabela I. Estatística descritiva dos valores de salinidade e temperatura (°C) da água e pluviosidade (precipitação em mm) no estuário do Rio Marapanim, Amazônia equatorial entre agosto de 2006 a julho de 2007.

Variáveis	Faixa	Margem/ Zona	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mediana	25%	75%
Salinidade	1	A/I	10	44	22,03	9,7	20	15	32
		A/S	8	35	19,92	10,11	18	11	30
		B/I	6	35	20,88	8,98	21	12	30
		B/S	9	42	22,88	9,56	24	14	34
	2	A/I	0	23	8,27	6,68	6	3	11
		A/S	0	33	10,56	9,55	7	4	14
		B/I	4	31	17,48	9,3	17	10	26
		B/S	0	29	16,06	9,57	15,5	8,75	26
Temperatura	1	A/I	27,61	28,71	28,37	0,29	28,38	27,61	28,71
		A/S	27,61	28,71	28,37	0,29	28,38	27,61	28,71
		B/I	27,83	28,87	28,44	0,32	28,59	27,83	28,87
		B/S	27,83	28,87	28,44	0,32	28,59	27,83	28,87
	2	A/I	27,66	29,55	28,9	0,53	29,07	27,66	29,55
		A/S	27,66	29,55	28,9	0,53	29,07	27,66	29,55
		B/I	28,02	29,66	28,93	0,52	28,92	28,02	29,66
		B/S	28,02	29,66	28,93	0,52	28,92	28,02	29,66
Pluviosidade			0,0	760,6	189,7	250,9	56,0	25,3	284,8

#### Distribuição espaço-temporal dos ermitões

Um total de 380 ermitões *C. symmetricus* foram coletados ao longo do ano. A densidade dos ermitões variou significativamente em relação aos períodos (seco e chuvoso), às faixas (1 e 2) e às zonas (superior e inferior do médiolitoral), porém, não houve diferença nem entre as margens do estuário (A e B), nem na interação entre os fatores estudados (Tabela 2).

Tabela II. Resultado da análise PERMANOVA comparando a densidade de *C. symmetricus* entre (PE) período climático (seco e chuvoso), (FA) faixa (1 e 2), (MA) margem (A e B) e (ZO) zona (I e S) de coleta do estuário do Rio Marapanim, Amazônia equatorial.

	Gl	SQ	QM	pseudo-F	<i>p</i> (perm)
<b>Período</b>	<b>1</b>	<b>5837,70</b>	<b>5837,70</b>	<b>10,430</b>	<b>0,001</b>
<b>Faixa</b>	<b>1</b>	<b>23877</b>	<b>23877</b>	<b>42,661</b>	<b>&lt;0,001</b>
Margem	1	312,79	312,79	0,559	0,460
<b>Zona</b>	<b>1</b>	<b>5915,80</b>	<b>5915,80</b>	<b>10,570</b>	<b>0,001</b>
Pe x Fa	1	1695,90	1695,90	3,030	0,076
Pe x Ma	1	189,15	189,15	0,337	0,576
Pe x Zo	1	646,98	646,98	1,156	0,272
Fa x Ma	1	72,79	72,79	0,054	0,758
Fa x Zo	1	1282,10	1282,10	2,291	0,127
Ma x Zo	1	61,65	61,65	0,110	0,790
Pe x Fa x Ma	1	1901	1901	3,396	0,064
Pe x Fa x Zo	1	1384,40	1384,40	2,473	0,115
Pe x Ma x Zo	1	1172,90	1172,90	2,095	0,151
Fa x Ma x Zo	1	626,21	626,21	1,188	0,285
Pe x Fa x Ma x Zo	1	998,21	998,21	1,783	0,186
Resíduos	272	152240	559,70		
Total	287	198210			

A média da densidade total para o período estudado foi de 21,11 ind./m<sup>2</sup>. Os fatores que diferiram em relação à densidade foram plotados para avaliar de que modo eles estavam atuando no padrão de distribuição da espécie no ambiente. Assim, verificou-se que a densidade de *C. symmetricus* foi maior no período chuvoso (Figura 2a), na faixa 1, sendo maior densidade em B1 e menor em A2 (Figura 2b), e na zona inferior do médiolitoral (Figura 2c).

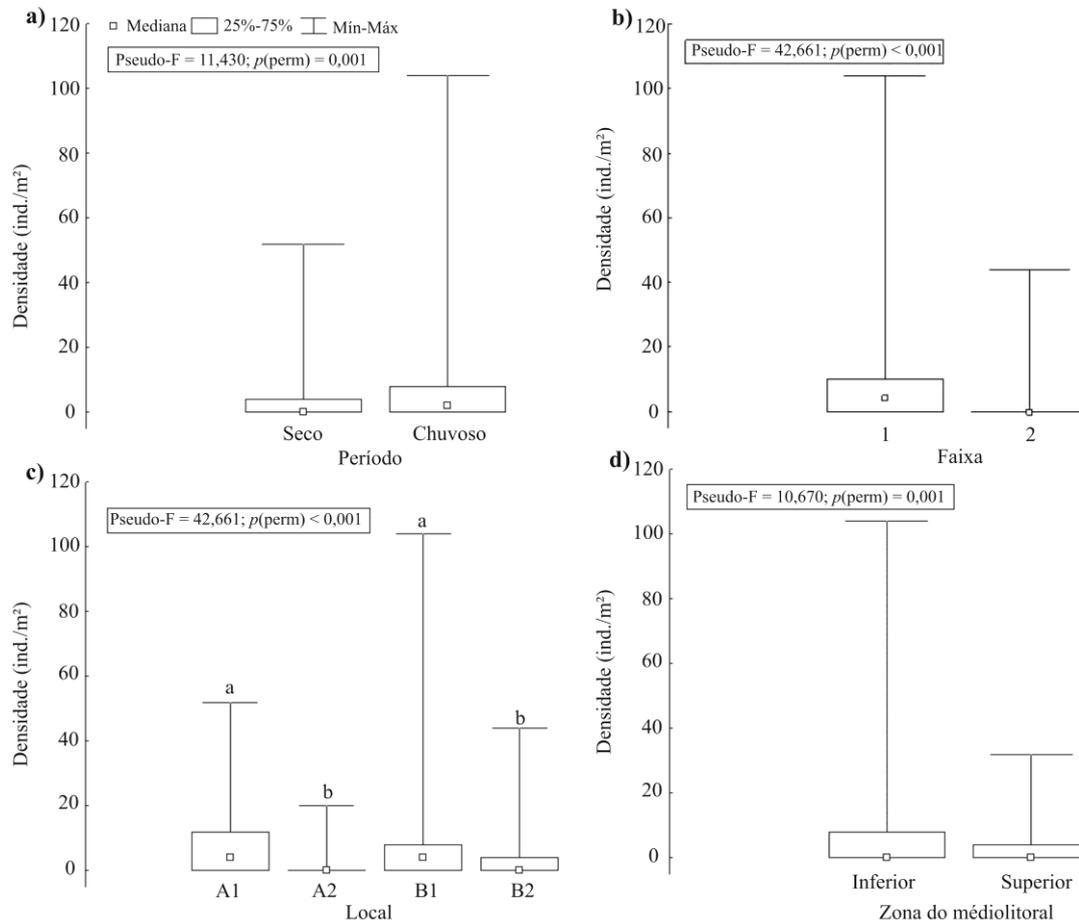


Fig. 3. Densidade de *C. symmetricus* em relação ao período (a), às faixas (b), aos locais (c) e às zonas do médiolitoral (d) no estuário do Rio Marapanim (PA), entre agosto de 2006 e julho de 2007, a partir dos resultados do PERMANOVA.

Os valores médios de densidade dos ermitões, temperatura e salinidade da água variaram ao longo do ano (Figura 3). A partir da análise de regressão múltipla verificou-se que houve correlação negativa e significativa da densidade dos ermitões com a temperatura ( $\beta = -0,37$ ;  $p = 0,009$ ), porém não com a salinidade ( $\beta = 0,18$ ;  $p = 0,18$ ). Esta análise explicou 39% da variação dos dados ( $R = 0,39$ ).

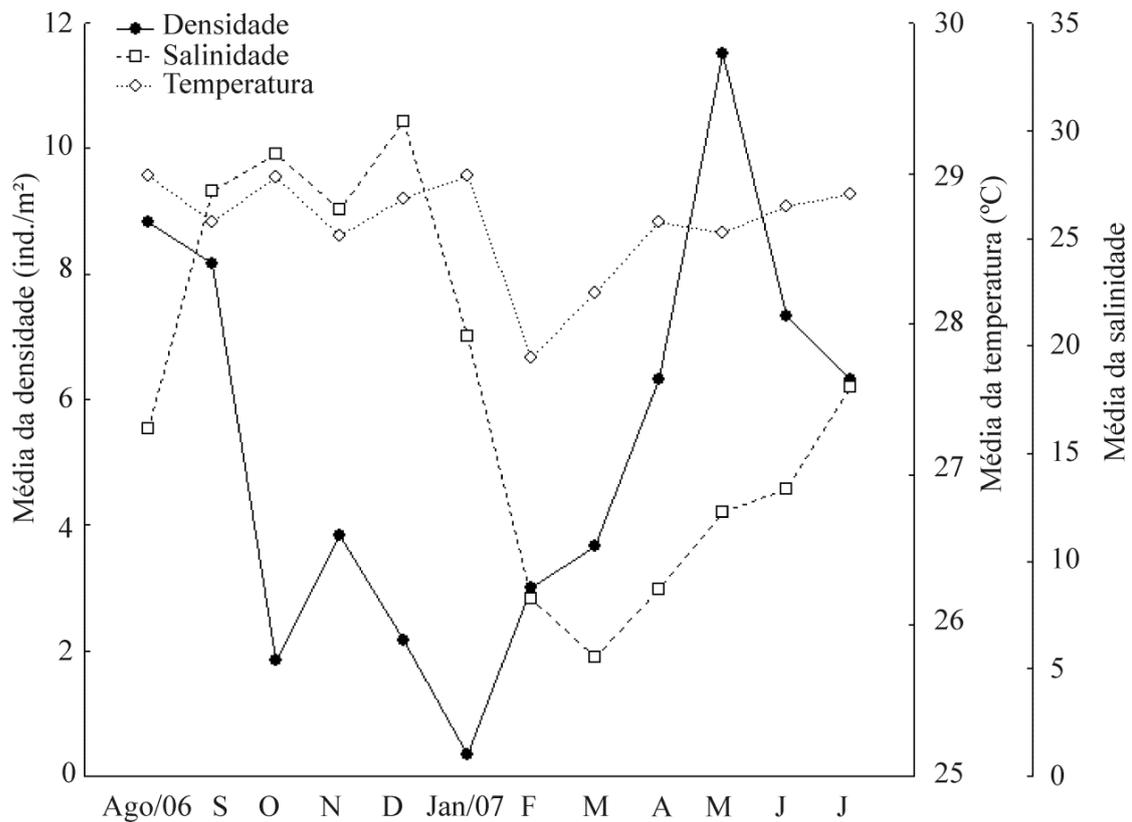


Fig. 4. Médias da densidade de *C. symmetricus*, temperatura e salinidade no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico equatorial.

#### Estrutura populacional dos ermitões

Foi realizada a identificação sexual e biometria em 336 indivíduos, sendo 163 machos (48,51%), 103 fêmeas não ovíferas (30,65%), 5 fêmeas ovíferas (1,49%), 16 indivíduos intersexo (4,76%). Cerca de 49 indivíduos não puderam ser identificados quanto ao sexo (14,58%), pois os caracteres sexuais secundários ainda não estavam visíveis ao estereomicroscópio óptico, sendo nomeados como sexo indeterminado. As fêmeas ovíferas estiveram presentes em setembro, novembro, julho e março, ou seja, tanto no período seco, quanto no chuvoso (Figura 4). Houve a ocorrência de dois intersexos ovados em agosto.

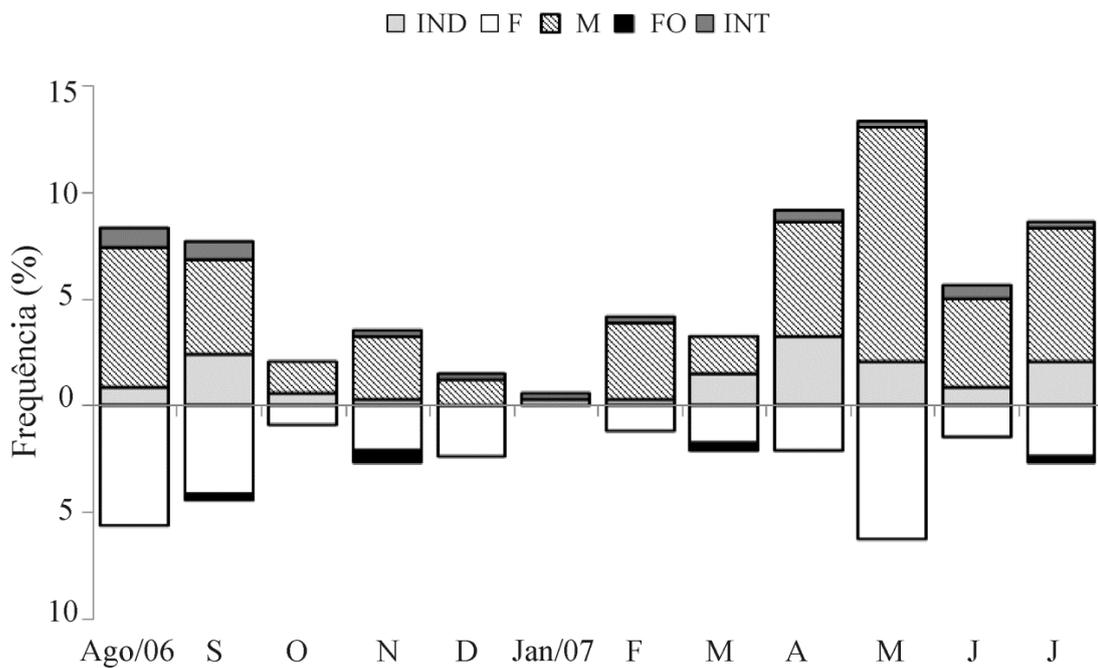


Fig. 5. Frequência de ocorrência de *C. symmetricus* indeterminado (IND), fêmeas não-ovígeras (F), fêmeas ovígeras (FO), machos (M) e intersexo (INT), no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico brasileiro.

O tamanho dos ermitões variou em relação ao CEC de 0,99 mm (sexo indeterminado) a 8,91 mm (macho), sendo a menor fêmea ovígera de 4,51 mm de CEC (Tabela 3). O tamanho não diferiu significativamente entre o total de machos e fêmeas ( $t=1,86$ ;  $p=0,06$ ), porém houve diferença na amplitude de CEC quando comparados separadamente, sendo os machos com média de CEC maior que as fêmeas não-ovígeras ( $t=2,47$ ;  $p=0,01$ ) e menor que as fêmeas ovígeras ( $t=-2,08$ ;  $p=0,03$ ). Assim como fêmeas não-ovígeras foram menores que as fêmeas ovígeras ( $t=-3,48$ ;  $p<0,001$ ). O tamanho dos ermitões intersexo diferiu em relação ao tamanho das fêmeas ( $t=-3,75$ ;  $p<0,001$ ) e dos machos ( $t=-2,28$ ;  $p=0,02$ ), sendo os intersexos com média de CEC maior que ambos os grupos sexuais.

Tabela III. Mínimo, Máximo, Média e Desvio Padrão (DP) de CEC (em mm) de *C. symmetricus* com sexo indeterminado, machos, fêmeas não-ovígeras, fêmeas ovígeras, intersexo e total da população, coletados no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial.

Grupos	N	Mínimo	Máximo	Média ± DP
Indeterminado	49	0,99	2,12	1,54 ± 0,28
Machos	163	1,72	8,91	3,82 ± 1,61
Fêmeas não-ovígeras	103	1,86	7,14	3,39 ± 1,23
Fêmeas ovígeras	05	4,51	6,27	5,33 ± 0,76
Intersexo	16	2,56	7,18	4,77 ± 1,32
TOTAL	336	0,99	8,91	3,44±1,60

A distribuição da frequência dos ermitões nas classes de tamanho não apresentou distribuição normal para os sexos agrupados (KS=0,07;  $p<0,01$ ), tampouco para os machos (KS=0,10;  $p<0,01$ ) e fêmeas (KS= 0,13;  $p<0,01$ ), porém apresentou distribuição normal para indivíduos intersexo (KS=0,32;  $p>0,05$ ). Pode-se observar que a primeira classe de tamanho é composta exclusivamente de indivíduos de sexo indeterminado, as fêmeas ovígeras aparecem a partir da quinta classe de comprimento (4 a 5 mm). Machos e de fêmeas estiveram presentes em quase todas as classes de CEC, exceto na última composta exclusivamente por machos (Figura 5).

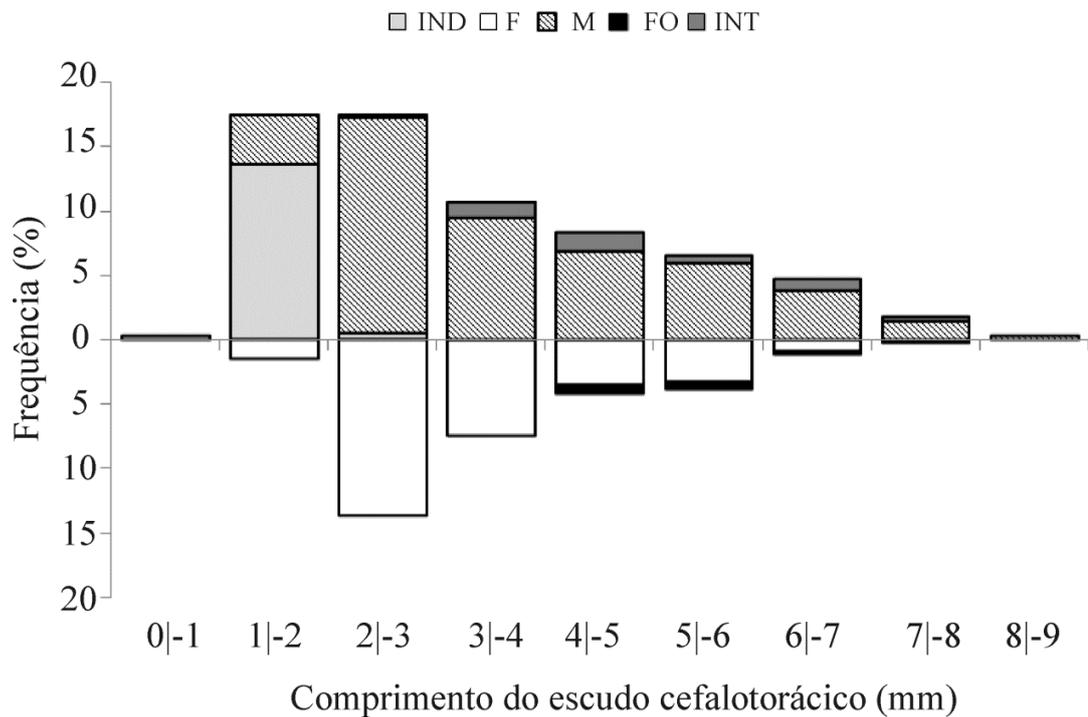


Fig. 6. Distribuição de frequência do Comprimento do Escudo Cefalotorácico (em mm) de *C. symmetricus* machos (M), fêmeas não-ovígeras (F), fêmeas ovígeras (FO), indivíduos intersexo (INT) e sexo indeterminado (IND), no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial.

*Clibanarius symmetricus* apresentou distribuição unimodal na maioria dos meses, com recrutamento de juvenil contínuo ao longo do ano, sendo mais intenso de abril a setembro (Figura 6).

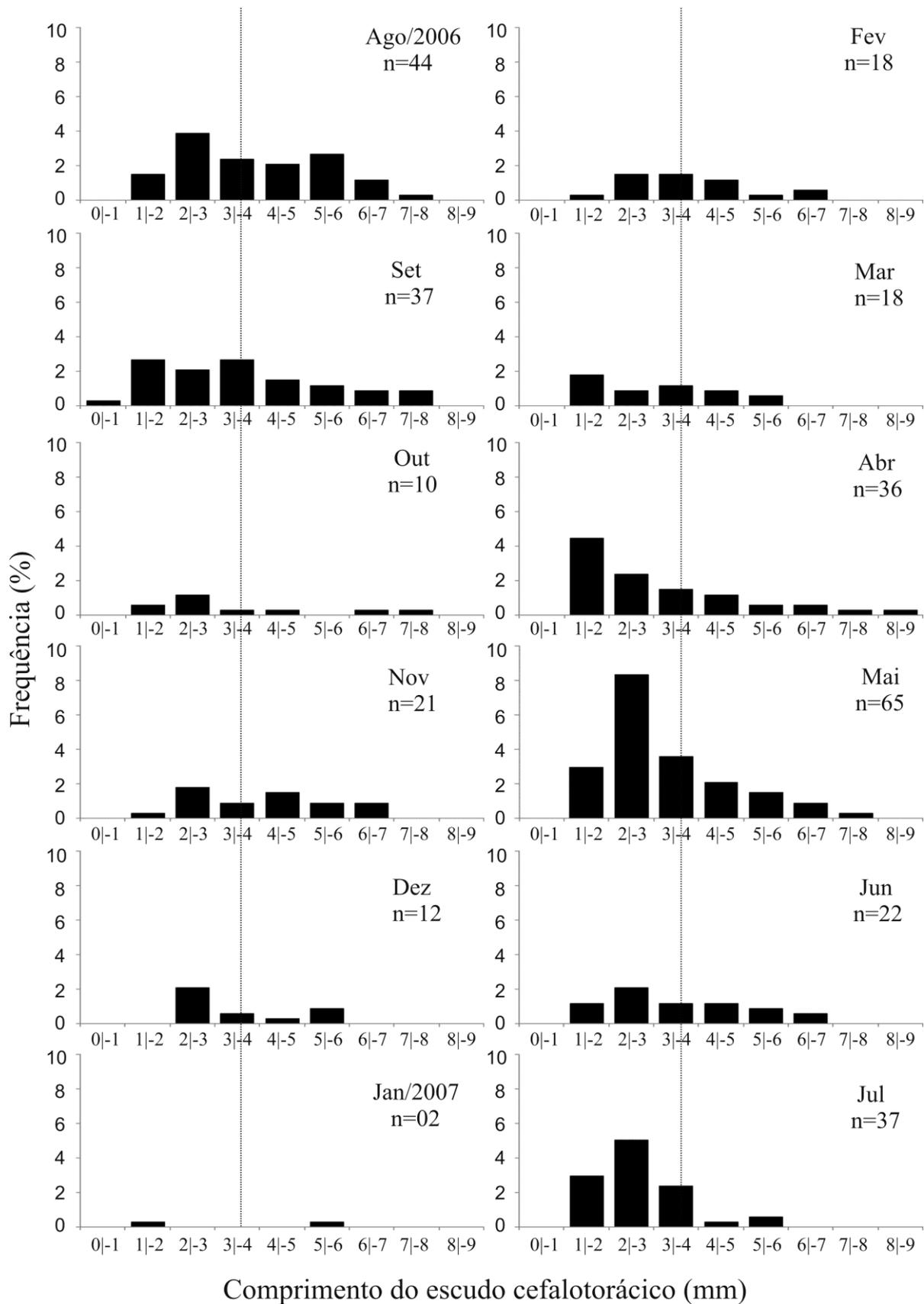


Fig. 7. Distribuição de frequência do Comprimento do Escudo Cefalotorácico (em mm) de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim, PA, estuário amazônico equatorial. A linha representa o início de maturidade sexual (3,6 mm).

### Razão sexual

A razão sexual de 1,5:1 favorável aos machos diferiu significativamente do esperado de 1:1 ( $\chi^2=11,53$ ;  $p<0,001$ ), em meses do período chuvoso, exceto em março (Tabela 4).

Tabela IV. Razão sexual (RS) de *C. symmetricus* para o período de agosto de 2006 a julho de 2007 e proporção mensal, com valor de significância de 95%.  $\chi^2$  = Qui-Quadrado;  $p$  = probabilidade com  $\alpha$  de 5%.

Meses	Machos	Fêmeas	RS	$\chi^2$	$P$
Agosto	22	19	1,15:1	0,22	0,64
Setembro	14	16	0,8:1	0,13	0,71
Outubro	05	03	1,6:1	-	-
Novembro	10	09	1,11:1	0,05	0,82
Dezembro	04	08	0,5:1	1,33	0,25
Janeiro*	-	-	-	-	-
Fevereiro	12	04	3:1	4,00	<b>0,04</b>
Março	06	07	0,85:1	0,07	0,78
Abril	18	07	2,57:1	4,84	<b>0,02</b>
Maiο	37	21	1,76:1	4,41	<b>0,03</b>
Junho	14	05	2,8:1	4,41	<b>0,03</b>
Julho	21	09	2,3:1	4,80	<b>0,02</b>
Total	163	108	1,5:1	11,53	<b>&lt;0,001</b>

\* Janeiro houve a presença apenas de indivíduos intersexo e indeterminado

A proporção sexual entre machos e de fêmeas não variou significativamente nas classes de tamanho, exceto nas três últimas classes onde houve predomínio de machos.

### Crescimento relativo

Nas relações LEC x CEC e PT x CEC houve o mesmo padrão de *breakpoints*, apresentando quebra no crescimento da população em um valor aproximado de 3,6 mm de CEC (Figura 7), sugerindo que este é o tamanho em que há maturação sexual morfológica de

*C. symmetricus*. O crescimento da população total apresentou alometria positiva para a relação peso x comprimento ( $b=3,29$ ;  $p<0,001$ ).

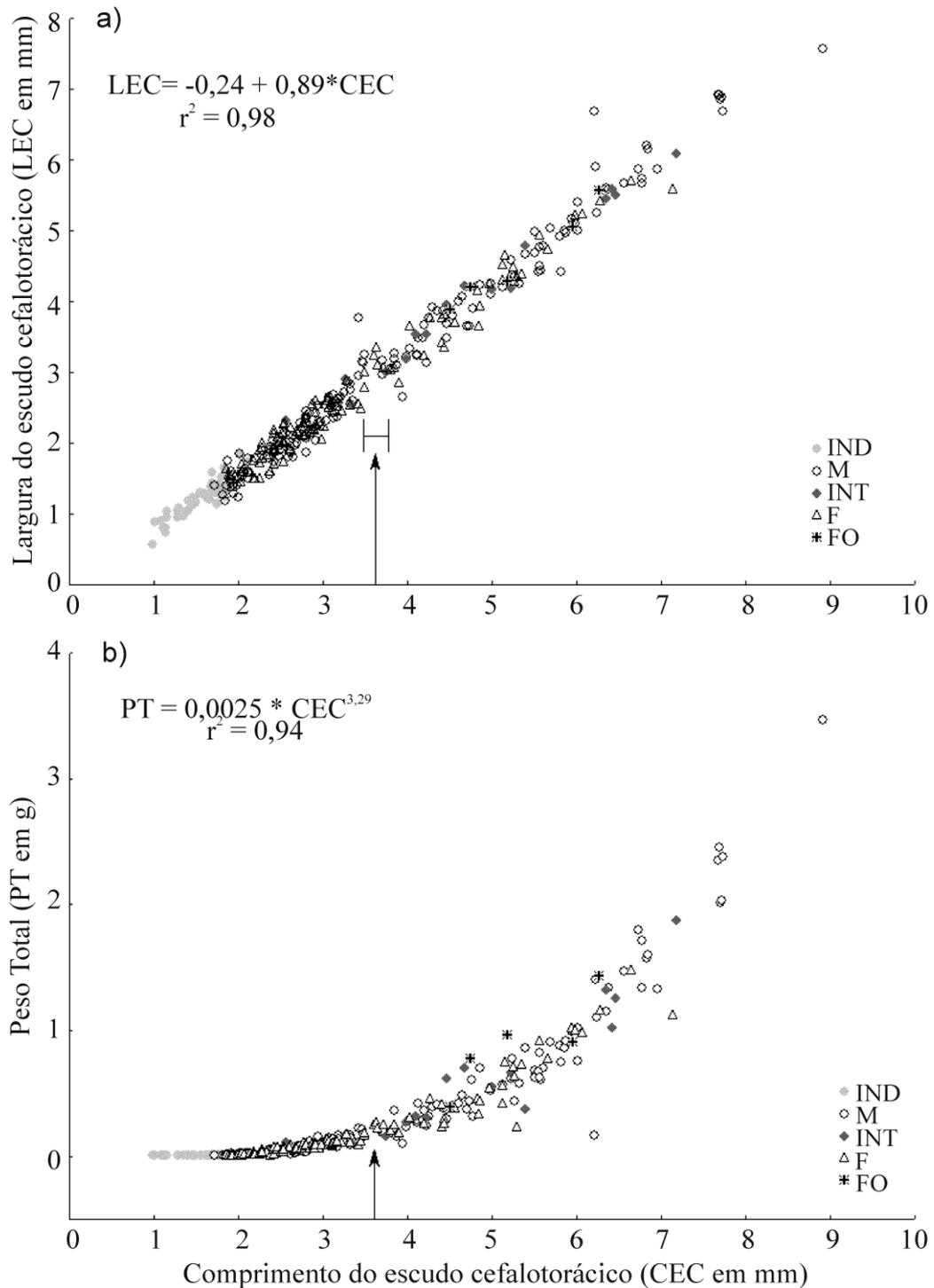


Fig. 8. Regressão entre comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) x largura do escudo cefalotorácico (LEC) (a), e entre comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) x peso total úmido (PT) (b), de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA), estuário amazônico equatorial.

## DISCUSSÃO

A abundância de *C. symmetricus* no estuário de Marapanim e sua distribuição estão diretamente afetadas por fatores ambientais, tais como temperatura, o que pode influenciar diretamente os aspectos biológicos da espécie. A distinção da densidade entre diferentes períodos sazonais, faixa mais próxima ou mais distante ao mar aberto e zonas do entremarés nos afloramentos rochosos do estuário de Marapanim ao longo do ano é reflexo das variações dos fatores ambientais.

*Clibanarius symmetricus* esteve presente em maior abundância na foz do estuário de Marapanim (faixa 1, pontos A1 e B1), local com maiores valores de salinidade, explicados pela proximidade em relação ao mar aberto. Apesar de não haver correlação significativa da densidade destes ermitões com a salinidade no presente estudo, ele pode ser um fator muito importante na atividade reprodutiva desta espécie (Sant'Anna et al., 2009), o que pode explicar a maior densidade da população bentônica nesta faixa.

Não há conhecimento da influência da salinidade para o desenvolvimento larval de *C. symmetricus*, porém maior salinidade é necessária para o desenvolvimento dos ovos e larvas de *C. vittatus* (Fotheringham & Bagnall, 1976; Lowery & Nelson, 1988, Kelly & Turner, 2011), o que provavelmente pode ocorrer para *C. symmetricus*, limitando a presença deles às áreas próximas ao mar aberto. Em estudos realizados também no estuário de Marapanim com larvas de *Anomura* por Oliveira (2010), a densidade larval dos organismos pertencentes a esta Infraordem correlacionou-se positivamente com a salinidade e apresentou-se em maior quantidade na faixa do estuário mais próxima ao mar aberto. Isto indica a preferência desses indivíduos por condições de salinidade mais elevada, apesar de não ter sido registrada correlação desses fatores especificamente com *C. symmetricus*, devido à pequena quantidade de larvas coletadas (Oliveira, 2010).

Outro fator que pode estar limitando a presença destes organismos na faixa mais próxima ao mar aberto deste estudo é o sedimento. Apesar de não ter sido um fator incluído nas análises, esta faixa apresenta fragmentos de rochas de maior tamanho (Silva & Martinelli-Lemos, 2012), e é possível que estes organismos utilizem o substrato como fonte de abrigo, proteção contra as altas temperaturas, dessecação e o estresse causado pelo batimento das ondas. Isso também explica a maior abundância desta espécie na zona inferior do médiolitoral, pois esta região permanece menos tempo sob efeito de exposição ao sol durante o ciclo de marés, enquanto que na região superior ele fica mais tempo expostos ao sol, correndo maior risco de dessecação e do alto estresse causado pela elevada temperatura.

Além de proporcionar proteção, os costões rochosos fornecem uma grande variedade de microhabitats, os quais abrigam muitos outros organismos que servem como alimento a esses indivíduos (Fransozo et al., 2008). De acordo com Bertness (1999) a coloração e a composição das rochas assim como o seu tamanho podem exercer notável influência na distribuição e abundância dos organismos que habitam estes ambientes costeiros rochosos, assim como para decápodes marinhos, inclusive os anomuros (Negreiros-Fransozo et al., 1997; Meireles et al., 2006; Fantucci et al., 2009a).

A densidade desta espécie correlacionou negativamente com a temperatura da água. Isso explica a maior densidade encontrada no período chuvoso, onde as temperaturas foram as menores registradas ao longo do ano. Apesar da variação de temperatura nesta região não ser aparentemente grande, é provável que os ermitões sofram com temperaturas mais elevadas, uma vez que a sensação térmica dentro da concha pode aumentar, tornando o ambiente estressante para o ermitão. Deste modo, é provável que em dias de temperaturas elevadas os ermitões estejam se refugiando em ambientes mais protegidos do calor intenso. Sabe-se que a temperatura é considerada um fator importante para a atividade reprodutiva desta espécie,

além de agir como modulador metabólico, bioquímico e hormonal desta espécie (Sant'Anna et al., 2009).

Os ermitões *C. symmetricus* apresentaram menor abundância no local A2 (margem oeste, à montante do estuário), que além de ser banhado com água de menor salinidade, o tipo de substrato é menos propício à presença destes organismos, com a presença de rochas de tamanhos diminutos, parcialmente cobertas por lama. Além disso, este local recebe forte influência antrópica, uma vez que na margem oeste do estuário estão localizados o Município de Marapanim e o vilarejo de Marudá, nos quais existem muitas residências e que principalmente em períodos de férias são muito visitados por turistas, intensificando a interferência nesses locais. Segundo Mantelatto et al. (2010), áreas turísticas podem impactar na história natural de *C. symmetricus*, afetando a estrutura das populações associadas a estas áreas, como por exemplo os padrões de crescimento.

Ao contrário do local A2, a maior abundância registrada na porção inferior do médio litoral em B1 (margem leste, à jusante do estuário) pode ser explicado pelo fato deste local ser o que apresenta as melhores condições (maior salinidade e maiores tamanhos dos fragmentos rochosos) e menor estresse físico (menor interferência antrópica), indicando que este habitat é propício ao desenvolvimento deste ermitão. Desse modo, inferimos que *C. symmetricus* tende a migrar para áreas com salinidades elevadas, maiores tamanhos de rochas que compõem o substrato e áreas mais protegidas e de menor interferência antrópica. Segundo Mantelatto et al. (1995), dificilmente uma espécie se distribui em sua área de ocorrência de modo homogêneo, em geral elas podem se deslocar conforme as condições ambientais ou de acordo com as suas necessidades nas diferentes fases da vida.

As fêmeas ovígeras estiveram presentes em baixa frequência (1,5%), porém isso não demonstra ausência de reprodução da população. É provável que elas tenham migrado para locais ainda mais próximos à foz do estuário que os locais de coleta, os quais apresentem

maior salinidade e rochas maiores (com maior disponibilidade de proteção), já que é considerado habitat propício para a desova, onde as larvas tem acesso a salinidades ótimas (Sant'Anna et al., 2009). Baixa frequência foi registrada também por Sampaio et al. (2009) na região subtropical, com fêmeas ovígeras representando apenas 1% em relação ao restante da população.

Os intersexos apresentaram baixa frequência de ocorrência (4,76%). Isso parece ser comum nas populações desta espécie mesmo em diferentes regiões. Turra & Leite (2000) verificaram que os intersexos tinham composto de 5 a 7% da população estudada em uma região subtropical. Frequências ainda menores foram encontradas em regiões subtropicais e tropicais por Sant'Anna et al. (2009), Sampaio et al. (2009) e Mantelatto et al. (2010) com 2,5%, 1,9% e 0,3%, respectivamente. Os intersexos foram por muito tempo considerados machos funcionais, apresentando as características sexuais femininas apenas na morfologia externa (Turra, 2004), até ser encontrado indivíduo intersexo com ovos por Turra (2007), assim como no presente estudo, demonstrando que eles podem também atuar como fêmea funcional. A intersexualidade pode ser também um processo de hermafroditismo, com ambos os sistemas reprodutivos, gônadas femininas e masculinas, presentes simultaneamente no mesmo indivíduo intersexo (Sant'Anna et al., 2010), porém isto precisa ser investigado em trabalho futuro.

O maior indivíduo encontrado foi um macho de 8,91 mm de CEC, havendo diferença no tamanho dos machos em relação às fêmeas ovígeras e não-ovígeras, com machos ocupando as classes de maior tamanho. A diferença no tamanho entre machos e fêmeas indica dimorfismo sexual na população, padrão já registrado em estudos anteriores em outras latitudes com a mesma espécie (Reigada & Santos, 1997; Turra & Leite, 2000; Sampaio et al., 2009; Sant'Anna et al., 2009; Mantelatto et al., 2010). O dimorfismo sexual parece ser uma característica comum aos ermitões (e. g. Mantelatto & Martinelli, 2001; Bertini et al., 2004;

Biagi et al., 2006a; Ayres-Peres & Mantelatto, 2008; Fantucci et al., 2009b). Isso pode ser explicado pelo fato do diferencial da energia disponível para o crescimento, com os machos apresentando maior quantidade energia disponível para o crescimento somático enquanto as fêmeas gastam mais energia na produção dos ovos, além disso, machos maiores apresentam maiores chances de obter fêmeas para a cópula em lutas intra-específicas, como descrito por Abrams (1988).

A média de comprimento (CEC) encontrado para esta população foi muito menor que os valores médios relatados nos demais estudos realizados com *C. symmetricus (vittatus)* (Tabela 5). A menor fêmea ovígera encontrada apresentou 4,51 mm de CEC, valor semelhante aos demais estudos. Contudo, a maturidade sexual morfológica foi estimada a partir da análise do crescimento relativo e está ocorrendo no tamanho de 3,6 mm de CEC, bem inferior ao registrado nas regiões tropicais e subtropicais. Este padrão pode ser explicado pelo fato do estuário de Marapanim estar localizado na região equatorial, onde as maiores temperaturas favorecem a maturidade sexual precoce em relação aos espécimes das demais latitudes. A determinação da maturidade sexual por meio do crescimento relativo já é bastante utilizado para ermitões e é considerado uma ferramenta confiável para determinar essa condição (Biagi et al., 2006b).

Tabela V. Valores de CEC médio e menor fêmea ovígera (FO) (em mm) encontrados nos estudos com a espécie *C. symmetricus* em várias latitudes do litoral brasileiro.

	Turra e Leite (2000)	Sampaio <i>et al.</i> (2009)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2009)	Mantelatto <i>et al.</i> (2010)		Presente Estudo
	São Paulo 23°49'S	Paraná 25°52'S	São Paulo 23°58'S	São Paulo 23°48'S	Piauí 02°05'S	Pará 0°38'S-0°43'S
CEC médio	6,98±1,04	5,86±1,32	7,32±1,74	7,60±1,17	8,47±2,49	3,44±1,60
Menor FO	5,07	3,95	4,9	4,90	4,40	4,51

No estuário de Marapanim, *C. symmetricus* apresentou heterocedasticidade na distribuição, unimodalidade na maioria dos meses. Distribuição não normal e unimodal também foram registradas para a mesma espécie em outras regiões (Sant'Anna et al., 2009, Mantelatto et al., 2010). Além disso, a população aqui estudada apresentou recrutamento juvenil contínuo, sendo mais intenso de abril a setembro. A presença de indivíduos juvenis ao longo do ano todo é representativo de uma reprodução contínua para esta população, apesar de não terem sido encontradas fêmeas ovígeras em todos os meses. A alta frequência de juvenis indica que habitam os mesmos locais dos adultos, diferentemente do que havia sido registrado por Sant'Anna et al. (2009), onde a área de recrutamento não era a mesma onde viviam os adultos. Isso indica que o estuário aqui estudado é propício ao desenvolvimento de toda a população, o que torna este local muito importante para a conservação desta espécie.

Reprodução contínua também foi registrada para a população do nordeste do Brasil, região tropical, por Mantelatto et al. (2010), indicando que talvez esse seja padrão para esta espécie em áreas tropicais e equatoriais. No entanto, em regiões subtropicais foi reportada apenas reprodução sazonal (Turra & Leite, 2000; Sampaio et al., 2009; Sant'Anna et al., 2009; Mantelatto et al., 2010). Isso indica que o padrão de reprodução destes ermitões é variável conforme a latitude.

A razão sexual diferiu de 1:1 com predomínio dos machos, isso já foi registrado no sul e sudeste do Brasil por Sampaio et al. (2009) e Mantelatto et al. (2010), respectivamente, porém não parece ser padrão para esta espécie, uma vez que nas populações do sudeste do Brasil estudada por Negreiros-Fransozo et al. (1991), Turra & Leite (2000), Sant'Anna et al. (2009) e a população da região nordeste do Brasil por Mantelatto et al. (2010), as fêmeas foram maioria. Quanto à variação nas classes de tamanho, as primeiras classes tiveram proporções iguais e as últimas tiveram predomínio dos machos. Machos nas maiores classes de tamanho também já foram registrados por Sampaio et al. (2009) e Sant'Anna et al. (2009).

Segundo Wenner (1972) o padrão de proporção sexual nas classes de tamanho correspondente ao encontrado neste estudo é considerado o padrão *standard* com igual proporção na maioria das classes, podendo haver desvio nas últimas classes de tamanho. Este padrão foi diferente do padrão anômalo encontrado por Turra & Leite (2000) e Sant'Anna et al. (2009), e de um padrão intermediário entre os padrões *standard* e reverso encontrado por Mantelatto et al. (2010).

Diferentes proporções de machos e fêmeas, com proporção favorável aos machos, pode ser em função de uma sobrevivência diferencial entre os sexos, ou mesmo diferentes expectativas de vida, ou ainda estratégia adaptativa onde uma fêmea possa copular com mais de um macho durante o processo reprodutivo (Ayres-Peres & Mantelatto, 2008). Outras causas ainda podem ocorrer como reversão sexual e migração diferencial (Wenner, 1972). A migração sazonal e diferencial entre machos e fêmeas pode ser a principal causa no presente estudo, explicado pelo predomínio dos machos no período chuvoso e pela baixa frequência das fêmeas ovigeras ao longo do ano. Essa migração diferencial entre machos e fêmeas também foi reportado no litoral sul do Brasil, região subtropical por Sampaio et al. (2009).

A distribuição de *C. symmetricus* foi influenciada pela temperatura, período sazonal, zona do entremarés, e pela salinidade, além do tipo do substrato. Entretanto, somente os fatores abióticos aqui estudados parecem não serem suficientes para explicar o padrão de distribuição desta espécie. Fatores bióticos como predação, competição e disponibilidade de conchas de gastrópodes não foram considerados neste estudo e também podem exercer influência sobre a distribuição desta espécie. A disponibilidade de conchas de gastrópodes e a competição por este recurso são fatores importantes que podem afetar uma população de ermitões (Hazlett, 1981; Martinelli & Mantelatto, 1999; Bertini & Fransozo, 2000; Fransozo et al., 2008), inclusive de *C. symmetricus* (Sant'Anna et al., 2006b). Diferenças de comportamentos alimentares e disponibilidade de fontes de alimentos também podem

desempenhar papéis muito importantes e afetar a distribuição em larga escala de ermitões (Dunbar et al., 2003).

Quanto à estrutura populacional, a população aqui estudada apresentou dimorfismo sexual, com machos maiores que fêmeas, distribuição não normal e unimodal, reprodução contínua, proporção sexual diferente de 1:1 em favor dos machos. Deste modo, os padrões de distribuição (com os fatores e variáveis testadas) e estrutura populacional de *C. symmetricus* foram semelhantes aos já encontrados em outros estudos, mesmo em distintas latitudes, rejeitando parcialmente a hipótese inicial. Contudo, os espécimes capturados neste estudo apresentaram menor média de tamanho em relação aos demais, além de apresentar menor comprimento para a maturidade sexual da população, devido ao fato de a região equatorial apresentar maiores temperaturas, as quais favorecem a maturidade sexual precoce em relação aos espécimes das demais latitudes.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto Biodeca (CT-Amazônia) e Universal-REPES, à CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado de A.C.M. Rodrigues, ao IBAMA (02018.008516/2005-51, licença nº 0094-2005), aos amigos que ajudaram nas coletas de campo e ao apoio à tradução Edital PAPQ-FADESP/PROPESP-UFPA.

#### REFERÊNCIAS

- ABRAMS, P. A., 1988. Sexual difference in resources use in hermit crabs; consequences and causes. In: Chelazzi, G. and Vannini, M. (eds.), Behavioral adaptations to intertidal life, Plenum Press, New York, p. 283-296.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Brasília-DF. Available at <http://www.ana.gov.br>. Accessed on December 2007.

- ANDERSON, M. J., 2005. PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. New Zealand: Department of Statistics, University of Auckland, 24p.
- AYRES-PERES, L., & F. L. MANTELATTO, 2008. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, **98**(1): 28-35.
- BERRÊDO, J. F., M. L. COSTA, & M. P. S. PROGENE, 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. *Acta Amazonica*, **38**(3): 473-482.
- BERTNESS, M. D., 1999. The ecology of Atlantic shorelines. Massachusetts: Sinauer Associates, 465p.
- BERTINI, G., & A. FRANSOZO, 2000. Patterns of shell utilization in *Petrochirus diogenes* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, **20**(3): 468-473.
- BERTINI, G., A. FRANSOZO, & A. A. BRAGA, 2004. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, **38**(18): 2331-2344.
- BIAGI, R., A. L. MEIRELES, & F. L. MANTELATTO, 2006a. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliopsis* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **78**(3): 451-462.
- , & F. L. M. MANTELATTO, 2006b. Relative growth and sexual maturity of the hermit crab *Paguristes erythrops* (Anomura, Diogenidae) from South Atlantic. *Hydrobiologia*, **559**: 247-254.
- DANA, J. D., 1852. Crustacea. Part I. United States Exploring Expedition. During the Years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842. Under the Command of Charles Wilkes, U. S. N. Vol. 13: i-viii, 1-685. C. Sherman, Philadelphia (reprinted Antiquariaat Junk, Lochem, 1972).
- DUNBAR, S. G., M. COATES, & A. KAY, 2003. Marine hermit crabs as indicators of freshwater inundation on tropical shores. *Memoirs of Museum Victoria*, **60**(1): 27-34.
- FANTUCCI, M. Z., R. BIAGI, A. L. MEIRELES, & F. L. MANTELATTO, 2009a. Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest & Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae). *Nauplius*, **17**(1): 37-47.
- , R. BIAGI, & F. L. MANTELATTO, 2009b. Use of pleopod morphology to determine sexual dimorphism and maturity in hermit crabs: *Isocheles sawayai* as a model. *Helgoland Marine Research*, **63**: 169-175.
- FRANSOZO, A., G. BERTINI, A. A. BRAGA, & M. L. NEGREIROS-FRANSOZO, 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Aquatic Ecology*, **42**: 437-448.
- , & F. L. M. MANTELATTO, 1998. 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*, **18**(4): 738-745.
- FOTHERINGHAM, N., & R. A. BAGNALL, 1976. Seasonal variation in the occurrence of planktonic larvae of sympatric hermit crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **21**: 279-287.
- HAZLETT, B. A., 1981. The Behavioral Ecology of Hermit Crabs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **12**: 1-22.
- KELLY, C. J., & R. L. TURNER, 2011. Distribution of the hermit crabs *Clibanarius vittatus* and *Pagurus maclaughlinae* in the northern Indian River Lagoon, Florida: a reassessment after 30 years. *Journal of Crustacean Biology*, **31**(2): 296-303.

- LOWERY, W. A., & W. G. NELSON, 1988. Population ecology of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Diogenidae) at Sebastian Inlet, Florida. *Journal of Crustacean Biology*, **8**(4): 548-556.
- MANTELATTO, F. L., A. FRANSOZO, & M. L. NEGREIROS-FRANSOZO, 1995. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Oceanografia*, **43**(1): 51-61.
- , L. C. FERNANDES-GÓES, M. Z. FANTUCCI, R. BIAGI, L. M. PARDO, & J. M. GÓES, 2010. A comparative study of population traits between two South American populations of the striped-legged hermit crab *Clibanarius vittatus*. *Acta Oecologica*, **36**: 10-15.
- , & J. M. MARTINELLI, 2001. Relative growth and sexual dimorphism of the South Atlantic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from Ubatuba, Brazil. *Journal of Natural History*, **35**: 429-437.
- MARTINELLI, J. M., & F. L. M. MANTELATTO, 1999. Shell utilization by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Diogenidae) in Ubatuba Bay, Brazil. *Crustaceans and the Biodiversity Crisis, Crustaceana*, **1**: 719-731.
- MCLAUGHLIN, P. A., C. B. BOYKO, K. CRANDALL, T. AKOMAI, R. LEMAITRE, M. OSAWA, & D. L. RAHAYU, 2010. Annotated checklist of Anomuran Decapod Crustaceans of the World (Exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) – Preamble and Scope. *The raffles Bulletin of Zoology*, **23**: 1-4.
- MEIRELES, A.L., M. TEROSSI, R. BIAGI, & F. L. MANTELATTO, 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the Southwestern coast of Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **14**(1): 87-95.
- MELO, G. A. S., 1999. Manual de Identificação dos Crustáceos Decapoda do Litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo: Plêiade/FAPESP.
- MORAES, B. C., J. M. N.COSTA, A. C. L. COSTA, & M. H. COSTA, 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, **35**(2): 207-214.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L., A. FRANSOZO, & N. J. HEBLING, 1991. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha em quatro espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral paulista. *Biotemas*, **4**(2): 135-148.
- , ———, F. L. M. MANTELATTO, & S. SANTOS, 1997. Anomura species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublitoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, **83**: 187-194.
- NEGRI, M., R. LEMAITRE, & F. L. MANTELATTO, 2014. Molecular and morphological resurrection of *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840), a cryptic species hiding under the name for the “thin stripe” hermit crab *C. vittatus* (Bosc, 1802) (Decapoda: Anomura: Diogenidae). *Journal of Crustacean Biology*, **34**(6): 848-861.
- OLIVEIRA, D. B., Variação mensal da densidade das larvas de Anomura MacLeay, 1838, Axiidea Saint Laurent, 1979 e Gebiidae Saint Laurent, 1979 (Crustacea, Decapoda) em um estuário amazônico (Pará, Brasil), com descrição dos primeiros estágios larvais de *Upogebia vasquezi* Ngoc-Ho, 1989 obtidos em laboratório. 128p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, UFPA, Pará, 2010.
- OLIVEIRA, D. B., D. C. SILVA, & J. M. MARTINELLI, 2012. Density of larval and adult forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **92**(2): 295-303.
- REIGADA, A. L. D., & S. SANTOS, 1997. Biologia e relação com a concha em *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Diogenidae) em São Vicente, SP, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **40**: 941-952.

- SAMPAIO, S. R., S. MASUNARI, & K. L. F. HASEYAMA, 2009. Distribuição temporal do ermitão *Clibanarius vittatus* (Anomura, Diogenidae) no litoral do Paraná. *Iheringia, Série Zoologia*, **99**(3): 276-280.
- SANT'ANNA, B. S., C. M. ZANGRANDE, A. L. D. REIGADA, & E. SEVERINO-RODRIGUES, 2006a. 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*, **41**(2): 141-146.
- , ———, ———, & M. A. A. PINHEIRO, 2006b. Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, **96**(2): 261-266.
- , R. A. CHRISTOFOLETTI, C. M. ZANGRANDE, & A. L. D. REIGADA, 2008. Growth of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Anomura, Diogenidae) at São Vicente, São Paulo, Brazil. *Brazilian Archives Biology and Technology*, **51**: 547-550.
- , A. L. D. REIGADA, & M. A. A. PINHEIRO, 2009. Population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Anomura) in an estuarine region of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **89**(4): 761-767.
- , A. TURRA, & F. J. ZARA, 2010. Simultaneous activity of male and female gonads in intersex hermit crabs. *Aquatic Biology*, **10**: 201-209.
- SILVA, A. C., P. W. M. SOUZA FILHO, & S. W. P. RODRIGUES, 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). *Continental Shelf Research*, **29**: 619-623.
- SILVA, D. C., & J. M. MARTINELLI-LEMO, 2012. Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, northern Brazil. *Zoologia*, **29**(2): 144-158.
- TURRA, A., 2004. Intersexuality in hermit crabs: reproductive role and fate of gonopores in intersex individuals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **84**: 757-759.
- , 2007. Reproductive role of intersex hermit crabs. *Crustaceana*, **80**(4): 491-494.
- , & F. P. P. LEITE, 2000. Population biology and growth of three sympatric species of intertidal hermit crabs in south eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **80**: 1061-1069.
- VILHENA, M. P. S. P., M. L. COSTA, & J. F. BERRÊDO, 2010. Continental and marine contributions to formation of mangrove sediments in an Eastern Amazonian mudplain: The case of the Marapanim Estuary. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**: 427-438.
- WENNER, A. M., 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, **106**(949): 321-350.

## **CAPÍTULO 2**

**Padrão de utilização de conchas de gastrópodes pelo ermitão *Clibanarius symmetricus***

**(Anomura, Diogenidae) em um estuário amazônico**

Este capítulo foi elaborado de acordo com as normas do periódico *Journal of Natural History*,

disponível no site:

[http://www.tandfonline.com/loi/tnah20#.Vhf8v\\_1Vikq](http://www.tandfonline.com/loi/tnah20#.Vhf8v_1Vikq)

## **Padrão de utilização de conchas de gastrópodes pelo ermitão *Clibanarius symmetricus* (Anomura, Diogenidae) em um estuário amazônico**

**Ana Carolina Melo Rodrigues e Jussara Moretto Martinelli-Lemos**

### **Resumo:**

*Clibanarius symmetricus* é um ermitão Diogenidae de grande abundância em ambientes rochosos do entremarés, inclusive nos afloramentos rochosos dos estuários amazônicos. Esse estudo caracteriza o padrão de utilização de conchas pelo ermitão *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim, Pará, Amazônia equatorial, partindo da hipótese de que os padrões de ocupação, em relação à biometria e disponibilidade de conchas, diferirão dos de outras regiões, devido às distintas e singulares características ambientais dos estuários equatoriais. Foram realizadas coletas mensais de agosto de 2006 a julho de 2007, na região superior e inferior do médiolitoral do entremarés durante a maré baixa. Um total de sete espécies de gastrópodes tiveram suas conchas ocupadas pelos ermitões, sendo 93,33% *Thaisella trinitatensis* e ocasionalmente *Littorina flava* e *Phalium granulatum* com apenas uma ocorrência. Em relação ao sexo, 145 ermitões eram machos, 97 fêmeas, 14 intersexo e 44 de sexo indeterminado. Juvenis (comprimento de escudo cefalotorácico inferior a 3,6 mm) ocuparam maior variedade de conchas, enquanto os adultos ocuparam conchas com maior amplitude de variação nas variáveis morfológicas. Machos ocuparam conchas de maiores tamanhos. Todas as medidas das conchas foram significativas para explicar o padrão de ocupação pelo ermitão, sendo apenas a largura total, a largura da abertura e o peso as que influenciaram no comprimento do animal. *Clibanarius symmetricus* apresentou padrões semelhantes de ocupação em relação aos exemplares da mesma espécie estudados na região subtropical brasileira, contudo, apresentou menor diversidade de espécies de gastrópodes ocupadas. Além disso, a população estudada diferiu quanto ao padrão de ocupação, variando entre machos e fêmeas e entre juvenis e adultos.

Palavras-chave: Crustacea, Gastropoda, Amazônia, entremarés, ocupação de concha.

### **Introdução**

Os ermitões são crustáceos decápodes anomuros que se utilizam de conchas vazias de gastrópodes como abrigo e proteção ao frágil abdômen pouco calcificado, sendo este mecanismo de ocupação forma de proteção contra predadores, estresse físico, estresse

osmótico e ação das ondas (Biagi et al. 2006a). As conchas de gastrópodes constituem um recurso vital para os ermitões (Conover 1978; Garcia & Mantelatto 2000), fator-chave para a presença destes crustáceos em praticamente todos os tipos de ambientes marinhos, e também uma das principais razões para o sucesso evolutivo destes organismos (Conover 1978; Hazlett 1981; Garcia & Mantelatto 2001).

O uso das conchas de gastrópodes tem influenciado fortemente todos os aspectos da biologia dos ermitões (Hazlett 1981), como por exemplo a morfologia do corpo (Turra & Leite 2002), sua dinâmica populacional e a manutenção da comunidade em determinado ambiente (Biagi et al. 2006b). Além disso, o uso influencia na fecundidade, reprodução e os padrões de crescimento da população (Fotheringham 1976; Bertness 1981; Mantelatto et al. 2002; Iossi et al. 2005; Sant'Anna et al. 2008).

A ocupação da concha não é dada de forma aleatória, sendo influenciada por diversos fatores, tais como disponibilidade de conchas na natureza, peso, tamanho, forma e/ou volume interno da concha, ou as que melhor se ajustam ao animal, ou mesmo por competições intra- e interespecíficas (Martinelli & Mantelatto 1999; Mantelatto & Garcia 2000; Garcia & Mantelatto 2001; Meireles et al. 2003; Dominciano & Mantelatto 2004; Mantelatto & Meireles 2004; Meireles & Mantelatto, 2005; Biagi et al. 2006b; Sant'Anna et al. 2006a; Fransozo et al. 2008), além da presença de epibiontes na concha (Martinelli & Mantelatto 1998; Ayres-Peres & Mantelatto 2010; Ribeiro et al. 2015). A ocupação da concha pode variar também entre os sexos devido ao investimento de energia diferencial ou pelo crescimento diferencial ou mesmo competição entre eles (Mantelatto & Martinelli 2001; Fantucci et al. 2008). A utilização destas conchas, por sua vez, pode diferir em função da área de ocorrência dos ermitões, devido às flutuações dos fatores abióticos (Garcia & Mantelatto 2000) e às diferenças no suprimento de conchas (Terossi et al. 2006).

Nos estuários amazônicos, a única espécie de ermitão encontrado em ambientes de entremarés foi a espécie *Clibanarius symmetricus* (Randall 1840) (Morais & Lee 2014; Rodrigues & Martinelli-Lemos, Capítulo 1 desta dissertação). Considerando a extensa costa litorânea brasileira, os trabalhos desenvolvidos a fim de caracterizar o padrão na utilização de conchas de gastrópodes pelos ermitões *C. symmetricus*, tratados tradicionalmente como *C. vittatus* (Bosc, 1802) até o trabalho de Negri et al. (2014), são ainda em número reduzido, restringindo-se aos trabalhos de Negreiros-Fransozo et al. (1991), Reigada e Santos (1997), Turra e Leite (2002/2004), Sant'Anna et al. (2006a, 2006b), Mantelatto et al. (2010) e Sampaio e Masunari (2010). Porém, estudos são restritos, principalmente, ao litoral da região subtropical brasileira e nada se conhece sobre o padrão de ocupação de conchas desta espécie no litoral amazônico equatorial, o qual se apresenta como uma região com padrões de hidrodinâmica, de clima, de sazonalidade e sedimentares bem diferentes, o que pode resultar em padrões diferentes.

Assim, este trabalho tem como objetivo descrever os padrões de ocupação de conchas de gastrópodes, em relação à biometria e disponibilidade de conchas, por uma população de *C. symmetricus* de um estuário equatorial, com ênfase na relações morfométricas entre a medida padrão de tamanho dos ermitões (comprimento do escudo cefalotorácico) e medidas das espécies de gastrópodes cujas conchas foram ocupadas. A hipótese foi de que os padrões de ocupação difeririam entre os estágios de desenvolvimento (jovens e adultos), entre os sexos, e entre as diferentes regiões do Brasil, esperando-se encontrar no estuário amazônico uma menor diversidade de conchas ocupadas quando comparados aos de regiões tropicais e subtropicais, uma vez que na região equatorial apesar da grande quantidade de biomassa, há menor equitabilidade das populações como padrão ecológico geral, com algumas espécies apresentando maior grau de dominância em relação ao restante da assembleia (Boltovskoy et al. 1999).

## **Material e métodos**

### ***Área de estudo***

O estuário do Rio Marapanim está localizado na zona costeira amazônica, norte do Brasil, entre as Reservas Extrativistas “Mãe Grande de Curuçá” e de “Maracanã” e próximo a Área de Proteção Ambiental da Ilha de Algodão/Maiandeuá (à leste do estuário de Marapanim). Esta região funciona como importante berçário para muitas espécies de peixes e crustáceos, sendo classificada como área de prioridade extremamente alta para a conservação e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (MMA 2007).

Esta região está situada à leste da desembocadura do Rio Amazonas, possui livre conexão com o Oceano Atlântico e é dominada por um regime de macro-marés semi-diurnas com amplitude de 3,5 a 6 metros. As marés associadas às descargas hídricas e sedimentar do Rio Amazonas promove um ambiente de misturas de águas que influencia na dinâmica costeira e na morfologia do canal estuarino (Berrêdo et al. 2008).

A região apresenta clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 27°C, contudo, sem amplas variações ao longo do ano, e o total pluviométrico anual entre 2400 a 3300 mm (Moraes et al. 2005). As estações climáticas são definidas de acordo com a pluviosidade, sendo, em geral, determinado dois períodos sazonais distintos, considerado como período seco os meses de julho a dezembro, e período chuvoso os meses de janeiro a junho (Moraes et al. 2005).

### ***Coleta e análise do material biológico***

As coletas ocorreram em quatro locais dos afloramentos rochosos da zona intermareal do estuário, sendo a região de estudo delimitada pelas coordenadas: A1 (0°38'S e 47°38'W), A2 (0°42'S e 47°41'W), B1 (0°38'S e 47°34'W) e B2 (0°43'S e 47°38'W), determinados pela combinação de faixa (jusante; baixo estuário e montante; estuário médio superior) e margem

do estuário (margem oeste e margem leste), com periodicidade mensal de agosto de 2006 a julho de 2007. Em cada local foram realizadas três amostragens aleatórias em duas zonas diferentes do entremarés (3 na zona superior e 3 na zona inferior do médiolitoral) totalizando 288 amostras (4 locais x 2 zonas x 3 amostragens x 12 meses). As coletas foram feitas no período diurno e durante a maré baixa de sizígia.

Para a demarcação da área de coleta, foi utilizado um quadrante de 0,5 m de comprimento por 0,5m de largura, disposto aleatoriamente, onde os exemplares de *C. symmetricus* foram coletados manualmente até aproximadamente cinco centímetros de profundidade da área demarcada. Juntamente com os ermitões, também foram coletadas as conchas de gastrópodes vazias a fim de verificar a disponibilidade de conchas no ambiente. Em laboratório, todo o material foi triado, após prévio descongelamento à temperatura ambiente. Os ermitões foram retirados livremente de suas conchas ou quebrando-se as mesmas com uma morsa, tomando-se cuidado para não danificar os animais.

Os exemplares de *C. symmetricus* foram identificados quanto ao sexo pela análise morfológica dos apêndices sexuais e do abdômen, sendo os machos identificados com as aberturas dos gonóporos presentes nas coxas do quinto par de pereiópodes, as fêmeas pelo gonóporo no terceiro par, os intersexos com gonóporos em ambos pares de coxas (terceiro e quinto), e os que não puderam ser identificados quanto ao sexo foram chamados de indeterminados, uma vez que não foi possível identificar os caracteres sexuais secundários. Foram aferidas a medida do comprimento do escudo cefalotorácico (CEC), com paquímetro digital (0,01 mm de precisão), e o peso total (PT) aferido em balança digital de 0,01g.

As espécies de conchas foram identificadas com auxílio de especialistas e literatura específica e as conchas foram depositadas na coleção do Museu de Zoologia da USP (tombamentos de 120849 a 120854). Foram aferidas medidas de comprimento da abertura da concha (CAC), largura da abertura da concha (LAC), comprimento total da concha (CTC) e

largura total da concha (LTC). Todas as medidas feitas com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e o peso seco das conchas (PS - aferido em balança digital de 0,01g após permanência das conchas por 24 horas em estufa a 60°C).

### ***Análise dos dados***

O padrão de utilização das espécies de conchas por *C. symmetricus* foi analisado com a frequência relativa em classes de tamanho de 1mm. Para a determinação de jovens e adultos foi utilizado o valor de 3,6 mm de CEC como o tamanho de maturidade sexual desta população, encontrado a partir da análise de regressão entre largura e comprimento do escudo cefalotorácico (Rodrigues & Martinelli-Lemos, Capítulo 1 desta dissertação).

Para determinar quais medidas da concha foram mais representativas no padrão de ocupação pelos ermitões, foi feita uma análise de componentes principais (PCA) segundo Borcard et al. (2011) e Legendre e Legendre (2012). Para esta análise os dados foram padronizados, uma vez que estavam em diferentes escalas, sendo calculada uma matriz de correlação a partir de 9.999 randomizações, onde foi gerado um coeficiente de correlação, o qual indica quais das variáveis são explicadas pelos eixos dos componentes principais. Dos resultados obtidos, foram extraídos os valores dos *scores* gerados para as unidades amostrais, bem como os *loadings* para as variáveis. Além disso, foram obtidos os autovalores, a porcentagem de explicação de cada eixo e o valor do *Broken-Stick*. Os eixos que melhor explicaram as variações dos dados foram considerados aqueles que apresentaram autovalores maiores que o predito pelo *Broken-Stick*. Para gerar o gráfico com a distribuição espacial dos dados, foram plotados os *scores* gerados para as unidades amostrais nos eixos 1 e 2 e os dados das variáveis categóricas (espécies de gastrópodes ocupadas e estágio de desenvolvimento - juvenis e adultos).

Para verificar se existe relação entre o tamanho do ermitão e o tamanho ou peso da concha por ele escolhida, foi realizada uma regressão múltipla, sendo CEC a variável dependente e as variáveis biométricas das conchas as independentes. Para isso, os dados foram transformados em  $\log(x+1)$ , uma vez que não apresentaram distribuição normal. Esta análise apresentou como resultado um coeficiente de correlação global e um para cada variável, o qual indica o grau de associação entre as variáveis analisadas, variando desde -1 (alta correlação negativa) a 1 (alta correlação positiva), passando por zero (ausência de correlação).

## Resultados

Foram coletados 1040 conchas de gastropods vazias que estavam disponíveis no ambiente de 6 espécies diferentes, destes 1,63% da espécie *Littorina flava* King & Broderip, 1832, 2,4% *Natica marochiensis* (Gmelin, 1791), 4,62% *Nassarius vibex* (Say, 1822), 5,38% *Parvanachis obesa* (Adams, 1845), 11,54% *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) e 74,42% *Thaisella trinitatensis* (Guppy, 1869).

Os ermitões *C. symmetricus* ocuparam conchas de sete espécies de gastrópodes (Tabela 1). Deste total, as conchas de *Thaisella trinitatensis* foram as que apresentaram a maior porcentagem de ocupação, com 93,33% do total, estando presente em todas as classes de tamanho, exceto na primeira classe (Figura 1).

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados morfométricos das conchas de gastrópodes ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. (N= número de indivíduos; CTC= comprimento total; LTC= largura total; CAC= comprimento da abertura; LAC= largura da abertura; PS= peso seco; Mín.= Mínimo e Máx.= Máximo).

<b>Espécie</b>	<b>N</b>		<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Média±DP</b>	<b>Mediana</b>	<b>25%-75%</b>
<i>Littorina flava</i> King & Broderip, 1832	1	CTC	7.91				
		LTC	7.11				
		CAC	5.52				
		LAC	3.84				
		PS	0.09				
<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	6	CTC	11.8	16	13.61±1.55	13.69	12.43-14.27
		LTC	7.93	10.39	9.24±0.80	9.24	9.07-9.55
		CAC	7.24	8.21	7.66±0.36	7.62	7.42-7.83
		LAC	3.59	6.46	4.69±0.98	4.485	4.23-4.88
		PS	0.21	0.5	0.31±0.09	0.29	0.27-0.31
<i>Natica marochiensis</i> (Gmelin, 1791)	4	CTC	19.98	25.52	22.79±2.32	22.82	21.65-23.96
		LTC	19.12	23.15	20.52±1.81	19.9	19.44-20.97
		CAC	16.37	20.32	17.66±1.79	16.98	16.82-17.82
		LAC	9.69	11.88	10.65±0.96	10.51	10.03-11.13
		PS	0.99	2.58	1.45±0.75	1.12	1.08-1.49
<i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)	6	CTC	5.49	14.94	11.42	12.06	10.89-13.13
		LTC	6.25	14.57	11.81±2.86	12.36	12.31-12.84
		CAC	4.58	10.56	8.94±2.27	9.64	8.78-10.44
		LAC	2.61	8.19	6.32±1.94	6.85	6.27-7.24
		PS	0.09	1.18	0.69±0.37	0.74	0.55-0.86
<i>Parvanachis obesa</i> (Adams, 1845)	2	CTC	5.24	5.55	5.39±0.21	5.39	5.31-5.47
		LTC	2.62	2.65	2.63±0.02	2.63	2.63-2.64
		CAC	2.82	2.96	2.89±0.09	2.89	2.85-2.92
		LAC	1.34	1.45	1.39±0.07	1.39	1.37-1.42
		PS	0.01	0.02	0.015±0.0071	0.015	0.012-0.017
<i>Phalium granulatum</i> (Born, 1778)	1	CTC	42.82				
		LTC	35.99				
		CAC	35.32				
		LAC	18.38				
		PS	7.05				
<i>Thaisella trinitatensis</i> (Guppy, 1869)	280	CTC	4.71	42.21	20.86±8.36	18.89	14.53-26.63
		LTC	3.1	35.77	14.67±6.68	12.87	9.61-19.59
		CAC	3.17	30.12	14.04±5.59	12.73	9.93-18.34
		LAC	1.47	18.17	6.94±3.06	5.99	4.79-8.95
		PS	0.01	11.25	1.61±1.89	0.815	0.35-2.05

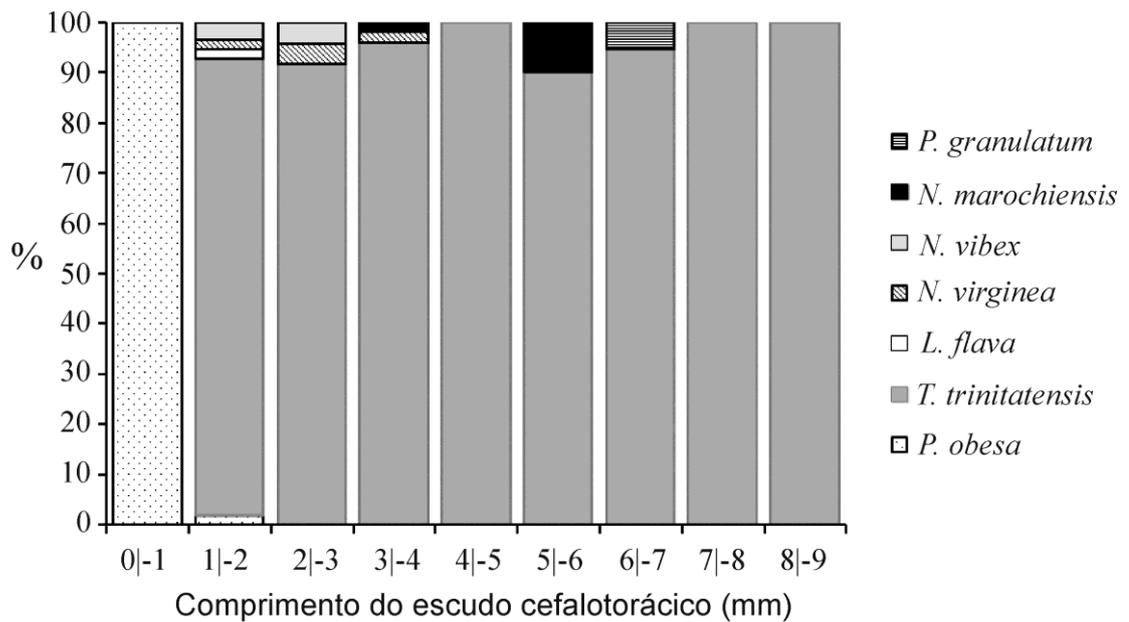


Figura 1. Frequência do uso das conchas de diferentes espécies de gastrópodes em relação às classes de tamanho de CEC (comprimento do escudo cefalotorácico, em mm) de *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.

As conchas ocupadas pelos ermitões adultos tiveram maior amplitude das variáveis biométricas, ocupando até mesmo conchas com medidas correspondentes à mediana das conchas ocupadas pelos ermitões jovens (Figura 2).

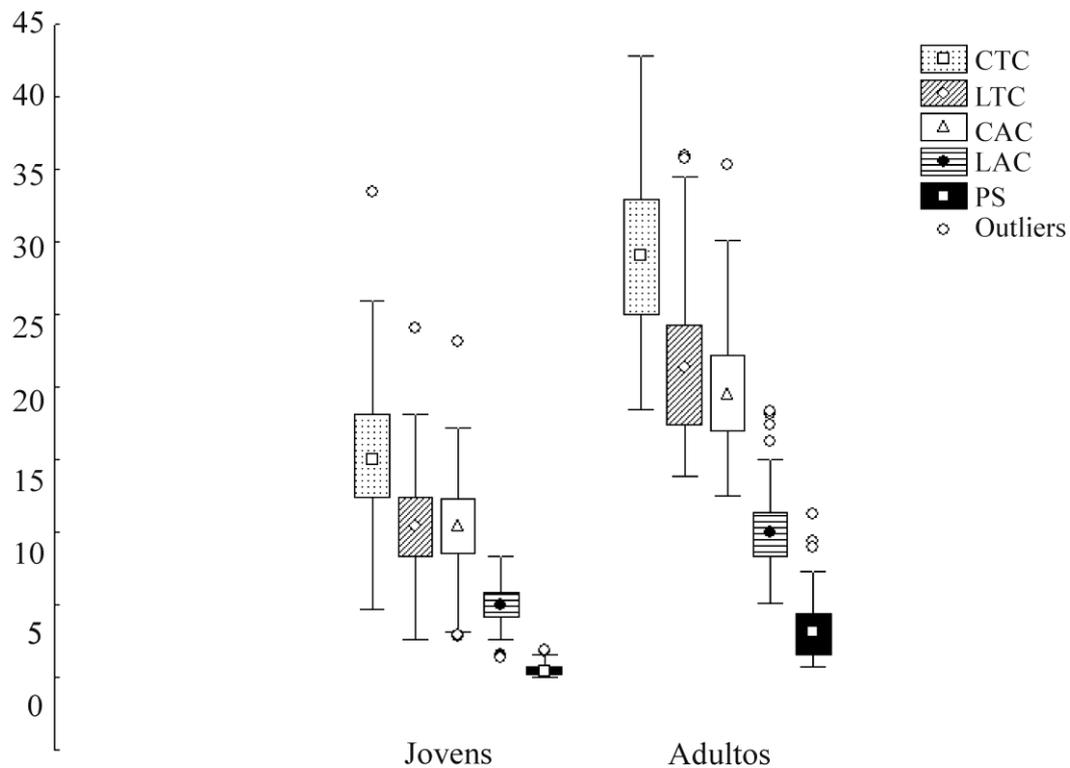


Figura 2. Variáveis biométricas das conchas de gastrópodes ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. (CTC= comprimento total da concha; LTC= largura total da concha; CAC= comprimento da abertura da concha; LAC= largura da abertura da concha; e PS= peso seco).

Do total de ermitões, 145 eram machos, 97 fêmeas, 14 indivíduos intersexo e 44 de sexo indeterminado. A maior porcentagem de ocupação foi em *T. trinitatensis*, no entanto, as menores conchas foram ocupadas pelos ermitões de sexo indeterminado. Duas espécies foram ocupadas exclusivamente por machos, *N. marochiensis* e *P. granulatum*, inclusive esta última que apresentou maiores medidas (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de gastrópodes com conchas ocupadas por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.

Espécies	Total		Macho		Fêmea		Intersexo		Indeterminado	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>L. flava</i>	1	0.33	0	0	0	0	0	0	1	0.33
<i>N. vibex</i>	6	2.00	3	1	1	0.33	0	0	2	0.67
<i>N. marochiensis</i>	4	1.33	4	1.33	0	0	0	0	0	0
<i>N. virginea</i>	6	2.00	1	0.33	3	1	1	0.33	1	0.33
<i>P. obesa</i>	2	0.67	0	0	0	0	0	0	2	0.67
<i>P. granulatum</i>	1	0.33	1	0.33	0	0	0	0	0	0
<i>T. trinitatensis</i>	280	93.33	136	45.33	93	31	13	4.33	38	12.67
TOTAL	300	100	145	48.33	97	32.33	14	4.66	44	14.67

Na análise de componentes principais, todas as variáveis biométricas foram significativas para explicar o padrão de ocupação das conchas pelo ermitão, uma vez que todas apresentaram valores de  $r$  acima de 0,9. Além disso, o eixo 1 sozinho explicou a variação dos dados, com 94,43% de explicação. Os dados foram plotados em um gráfico, tendo como variável categórica a espécie de gastrópode, e a barra de jovens indica a parte dos dados onde 100% dos ermitões eram menores que 3,6 mm de CEC (Rodrigues & Martinelli-Lemos, Capítulo 1 desta dissertação) (Figura 3). Com isso, percebe-se que entre os jovens, os dados se distribuem mais uniformemente, e eles ocupam uma maior variedade de espécies (5 espécies) comparado aos adultos (3 espécies).

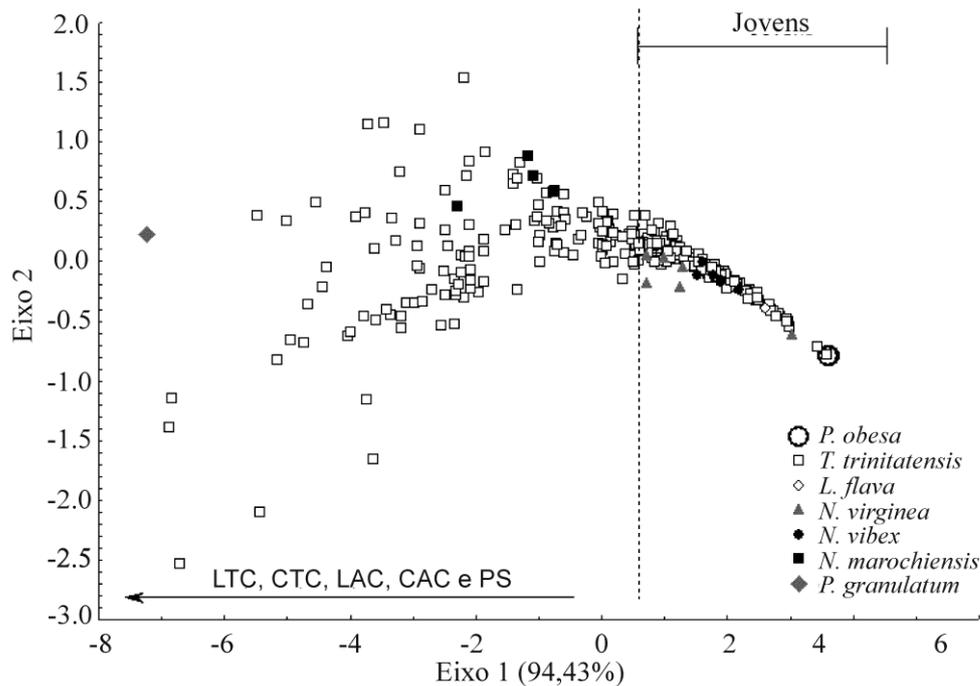


Figura 3. Análise dos componentes principais (PCA) dos dados morfométricos das conchas de gastrópodes ocupadas pelo ermitão *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim (PA), de agosto de 2006 a julho de 2007.

A análise de regressão múltipla entre as variáveis biométricas das conchas com as medidas de tamanho dos ermitões (CEC) explicou 95% dos dados ( $R=0,95$ ), sendo significativos para LTC, LAC e PS ( $p<0,001$ ;  $p=0,03$ ;  $p<0,001$ ; respectivamente e  $r^2= 0,9$ ), indicando serem estas as variáveis que melhor explicam a ocupação das conchas pelo ermitão.

## Discussão

A espécie *Thaisella trinitatensis* foi a espécie de maior frequência de ocupação pelo ermitão. Dos estudos já realizados na região subtropical brasileira, o de Negreiros-Fransozo et al. (1991) identificou que 100% dos ermitões *C. symmetricus* (*vittatus*) ocuparam conchas do gênero *Thaisella* (*Thais*). Em outros estudos foi identificado uma preferência específica para conchas de gastrópodes *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) (Reigada & Santos 1997; Sant'Anna et al. 2006a, 2006b; Sampaio & Masunari 2010; Mantelatto et al. 2010). A preferência por concha desta espécie também foi reportada em experimentos em laboratório

por Turra e Leite (2002), ou mesmo para outras espécies de ermitão como *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Mantelatto & Garcia 2000), *Isocheles sawayai* (Forest & Saint Laurent, 1967) (Sant'Anna et al. 2006a; Fantucci et al. 2008) e *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Sant'Anna et al. 2006a).

O número de espécies de conchas de gastrópodes ocupadas por *C. symmetricus* no presente estudo é inferior ao encontrado em outros estudos na região subtropical brasileira: 9 e 13 na costa do litoral paulista (Mantelatto et al. 2010 e Sant'Anna et al. 2006b, respectivamente) e 12 espécies no litoral paranaense (Sampaio & Masunari 2010). Porém, o resultado foi similar à quantidade de espécies ocupadas no nordeste do Brasil, com o total de 6 espécies ocupadas (Mantelatto et al. 2010) (Tabela 3). A alta frequência de ocupação da concha de *Thaisella trinitatensis*, uma espécie ainda não encontrada em estudos anteriores, indica um padrão de ocupação diferente para esta região, claramente afetado pela diversidade local das conchas de gastrópodes vazias disponíveis no ambiente, uma vez que esta espécie também foi a concha vazia de maior porcentagem no estuário estudado.

Apesar de muitas vezes os ermitões escolherem conchas que melhor se ajustam ao tamanho do seu corpo e/ou pelo peso adequado (Martinelli & Mantelatto 1999; Dominciano & Mantelatto 2004), é provável que os ermitões do estuário estudado estejam ocupando as espécies que estão mais disponíveis e não somente as mais adequadas, sendo a disponibilidade da concha no ambiente um importante fator para a ocupação pelo ermitão (Mantelatto & Meireles 2004; Biagi et al. 2006a; Fantucci et al. 2008; Sampaio & Masunari 2010).

Tabela 3. Frequência de ocupação de conchas de gastrópodes por *C. symmetricus* (*vittatus*) em diferentes latitudes. Em negrito as maiores frequências de ocupação de conchas entre as localidades.

Espécies	Sant'Anna et al. (2006b)	Mantelatto et al. (2010)		Sampaio e Masunari (2010)	Presente estudo
	São Paulo 23°58'S	Piauí 02°05'S	São Paulo 23°48'S	Paraná 25°52'S	Pará 0°38'S a 0°43'S
<i>Achatina fulica</i>	0.89	-	0.34	0.08	-
<i>Astrea olfersii</i>	-	-	1.35	-	-
<i>Buccinanops gradatum</i>	0.17	-	-	-	-
<i>Buccinanops lamarckii</i>	-	-	-	0.76	-
<i>Cerithium atratum</i>	0.05	0.43	-	-	-
<i>Chicoreus brevifrons</i>	-	0.43	-	-	-
<i>Chicoreus senegalensis</i>	-	-	-	0.42	-
<i>Chicoreus tenuivaricosus</i>	-	-	<b>29.05</b>	-	-
<i>Cymatium parthenopeum</i>	2.13	-	4.39	0.42	-
<i>Dorsanum moniliferum</i>	0.43	-	-	5.48	-
<i>Fusinus brasiliensis</i>	-	-	1.35	-	-
<i>Leucozonia nassa</i>	0.08	0.85	3.04	-	-
<i>Littorina flava</i>	-	-	-	-	0.33
<i>Nassarius vibex</i>	0.13	-	-	-	2.00
<i>Natica marochiensis</i>	-	-	-	-	1.33
<i>Neritina virginea</i>	-	-	-	-	2.00
<i>Olivancillaria steeriae</i>	-	-	-	0.08	-
<i>Olivancillaria urceus</i>	0.30	-	-	<b>26.47</b>	-
<i>Olivancillaria uretai</i>	-	-	-	0.08	-
<i>Parvanachis obesa</i>	-	-	-	-	0.67
<i>Phalium granulatum</i>	0.05	-	-	-	0.33
<i>Pisania pusio</i>	0.05	-	-	-	-
<i>Polinices hepaticus</i>	0.38	-	1.01	0.59	-
<i>Pugilina morio</i>	-	<b>57.45</b>	-	-	-
<i>Semicassis granulatum</i>	-	-	-	0.84	-
<i>Stramonita haemastoma</i>	<b>95.26</b>	<b>40.43</b>	<b>48.31</b>	<b>64.61</b>	-
<i>Strombus pugilis</i>	-	-	11.15	-	-
<i>Thaisella trinitatensis</i>	-	-	-	-	<b>93.33</b>
<i>Tegula viridula</i>	0.08	-	-	-	-
<i>Turbinella laevigata</i>	-	0.43	-	-	-
<i>Zidona dufresnei</i>	-	-	-	0.17	-

O padrão de utilização de conchas está relacionada com o hábitat, como resultado de diferentes suprimentos de conchas no local (Terossi et al. 2006). Desse modo, a preferência por uma espécie ou outra pode variar de acordo com o local de ocorrência e sua distribuição geográfica, uma vez que depende da disponibilidade das conchas na natureza (Negreiros-Fransozo et al. 1991; Garcia & Mantelatto 2000). Além disso, o padrão de ocupação pode também variar de acordo com as variações ambientais, uma vez que as conchas fornecem proteção contra fatores como predação, estresse osmótico e ação de ondas (Biagi et al. 2006a).

Infelizmente, não há nenhum trabalho que liste a biodiversidade de gastrópodes que ocorre no estuário de Marapanim, porém as conchas de gastrópodes vazias encontradas neste estuário durante este estudo também representam em sua maioria (75%) a espécie *T. trinitatensis*. Morais e Lee (2014) listam a fauna bentônica em um estuário adjacente (Ilha de Areuá, Pará) incluindo os gastrópodes e a espécie *T. trinitatensis* também foi uma das que apresentaram maiores frequências de ocorrência na região. Apesar de ter sido coletado uma grande quantidade do gastrópode *S. haemastoma* em um estuário próximo (Morais & Lee 2014), esta espécie não foi ocupada por *C. symmetricus* no presente estudo.

Ainda que o presente estudo tenha identificado uma espécie de concha diferente da comumente utilizada por *C. symmetricus* em outras localidades, é provável que a escolha por *T. trinitatensis* não tenha sido aleatória, uma vez que é uma espécie de arquitetura semelhante à *S. haemastoma* (última volta da concha mais alargada). A ocupação de conchas com morfologia semelhante a *S. haemastoma* também foi reportada por Sampaio e Masunari (2010) para *C. symmetricus (vittatus)*, determinando a arquitetura da concha como o fator mais importante na ocupação por estes ermitões. O que corrobora com Turra e Leite (2004) que propuseram estar a ocupação da concha pelo ermitão *C. symmetricus (vittatus)* mais relacionada à arquitetura da concha do que ao comprimento ou peso da mesma.

Os ermitões deste estudo selecionaram as conchas de acordo com a largura total da concha e de sua abertura e de seu peso. Apesar da variação destas medidas ser maior nos ermitões adultos, os mesmos ocuparam conchas com medidas correspondente às aquelas ocupadas pelos jovens, indicando que ermitões de tamanho distintos ocupam conchas que não são adequadas ao seu tamanho, porém estão disponíveis.

Além dos indivíduos adultos ocuparem conchas de menor tamanho, os ermitões jovens também podem estar ocupando conchas de tamanhos maiores que o adequado ao seu corpo, podendo ser considerado como estratégia para permitir o seu crescimento futuro, assim como também observado para outras espécies de ermitão como *Paguristes tortugae* por Dominciano e Mantelatto (2004). Apesar da concha ser um fator que afeta a biologia do ermitão, em certas situações ela parece não determinar qual o tamanho do ermitão que irá ocupá-la, podendo indivíduos grandes ocuparem conchas pequenas/leves e indivíduos pequenos ocuparem conchas grandes/pesadas (Turra 2003).

Dentre os parâmetros das conchas analisados, o peso da concha foi um fator importante para a ocupação por *C. symmetricus*. Em geral, conchas mais pesadas garantem maior estabilidade ao animal contra correntes e movimento de fuga contra predadores (Mantelatto & Dominciano 2002).

Os machos e fêmeas ocuparam conchas da mesma espécie de gastrópode. No entanto, os machos ocuparam as duas espécies que apresentaram maior tamanho, *N. marochiensis* e *P. granulatum*. Isto pode ser explicado pelo dimorfismo sexual presente em *C. symmetricus*, com machos atingindo tamanhos maiores que as fêmeas (Turra & Leite 2000; Sampaio et al. 2009; Sant'Anna et al. 2009; Mantelatto et al. 2010; Rodrigues & Martinelli-Lemos, Capítulo 1 desta dissertação). Machos e fêmeas podem apresentar diferentes padrões de ocupação das conchas, o que já foi reportado em outros estudos (Sant'Anna et al. 2006b; Fantucci et al. 2008; Mantelatto et al. 2010), podendo ser explicado pelo fato de que possivelmente os

machos apresentam uma taxa de crescimento maior do que as fêmeas, uma vez que as fêmeas estariam dirigindo mais energia para reprodução, o que diminuiria a concorrência na ocupação das conchas (Mantelatto et al. 2010). Além disso, diferentes padrões de crescimento adotado podem influenciar na provável diferença de ocupação associada à possível dominância competitiva de machos sobre as fêmeas no processo de luta pelas conchas (Fantucci et al. 2008).

Assim, pode-se concluir que o padrão de utilização de conchas de gastrópodes por *C. symmetricus* no estuário do Rio Marapanim praticamente não diferiu do padrão observado nas regiões tropicais e subtropicais, identificando a variação da ocupação de acordo com a disponibilidade da concha no ambiente, sua arquitetura e o peso da concha, e de acordo com tamanho dos indivíduos. Contudo, os ermitões do estuário estudado ocuparam em maior frequência *T. trinitatensis*, uma concha ainda não reportada em outros estudos para a mesma espécie, confirmando que o padrão de ocupação pode variar de acordo com a distribuição geográfica. Além disso, este estudo verificou também diferenças na ocupação de acordo com o estágio de desenvolvimento, dados inéditos para esta espécie.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto Biodeca (CT-Amazônia) e Universal-REPES, à CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado de A.C.M. Rodrigues, ao IBAMA pela licença (02018.008516/2005-51, nº 0094-2005) para a realização das coletas, ao Prof. Dr. L. R. Simone (Museu de Zoologia da USP) pela identificação das conchas, aos amigos que participaram das coletas em campo e ao apoio à tradução Edital PAPQ-FADESP/PROPESP-UFPA.

### **Referências**

Ayres-Peres L, Mantelatto FL. 2010 Epibiont occurrence on gastropod shells used by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura: Diogenidae) on the northern coast of São Paulo, Brazil. *Zoologia* 27(2): 222-227.

- Berrêdo JF, Costa ML, Progene MPS. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. *Acta Amaz.* 38(3): 473-482.
- Bertness MD. 1981. Interference, exploitation, and sexual components of competition in a tropical hermit crab assemblage. *J Exp Mar Biol Ecol.* 49: 189-202.
- Biagi R, Meireles AL, Mantelatto FL. 2006a. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliopsis* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. *An Acad Bras Ciênc.* 78(3): 451-462.
- Biagi R, Meireles AL, Scelzo MA, Mantelatto FL. 2006b. Comparative study of shell choice by the southern endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* from Brazil and Argentina. *Rev Chil Hist Nat* 79: 481-487.
- Boltovskoy D, Gibbons MJ, Hutchings L, Binet D. 1999. General biological features of the South Atlantic. In: *South Atlantic Zooplankton* (D. Boltovskoy, ed.), Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1-42.
- Borcard D, Gillet F, Legendre P. 2011. *Numerical Ecology with R. Séries Use R! (Gentleman, R.; Hornik, K.; Parmigiani, G.G., ed.), Springer, p. 306.*
- Conover MR. 1978. The importance of various shell characteristics to the shell-selection behavior of the hermit crabs. *J Exp Mar Biol Ecol.* 32: 131-142.
- Dominciano LCC, Mantelatto FLM. 2004. The influence of shell species and size on the shell selection pattern of *Paguristes tortugae* (Decapoda, Diogenidae) from Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). *Iheringia, Sér. Zool.* 94(4): 1-4.
- Fantucci MZ, Biagi R, Mantelatto FL. 2008. Shell occupation by the endemic western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) from Caraguatatuba, Brazil. *Braz J Biol.* 68(4): 859-867.
- Fotheringham N. 1976. Effects of shell stress on the growth of hermit crabs. *J Exp Mar Biol Ecol.* 23: 299-305.
- Fransozo A, Bertini G, Braga AA, Negreiros-Fransozo ML. 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Aquat Ecol.* 42: 437-448.
- Garcia RB, Mantelatto FLM. 2000. Variability of Shell occupation by intertidal and infralittoral *Calcinus tibicen* (Anomura, Diogenidae) populations. *Nauplius.* 8(1): 99-105.
- Garcia RB, Mantelatto FLM. 2001. Shell selection by the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Anomura, Diogenidae) from Southern Brazil. *J Exp Mar Biol Ecol.* 265: 1-14.

- Hazlett BA. 1981. The behavioral ecology of hermit crab. *Annu Rev Ecol Syst.* 12: 1-22.
- Iossi CL, Biagi R, Mantelatto FL. 2005. Egg production and shell relationship of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from southern Brazil. *Anim Biol.* 55(2): 111-121.
- Legendre P, Legendre L. 2012. *Numerical Ecology*. 3rd ed. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, p. 990.
- Mantelatto FLM, Alarcon VF, Garcia RB. 2002. Egg production strategies of the tropical hermit crab *Paguristes tortugae* from Brazil. *J Crust Biol.* 22(2): 290-397.
- Mantelatto FLM, Dominciano LCC. 2002. Pattern of shell utilization by the hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta Island, Southern Brazil. *Sci Mar.* 66(3): 265-272.
- Mantelatto FL, Fernandes-Góes LC, Fantucci MZ, Biagi R, Pardo LM, Góes JM. 2010. A comparative study of population traits between two South American populations of the striped-legged hermit crab *Clibanarius vittatus*. *Acta Oecol.* 36: 10-15.
- Mantelatto FLM, Garcia RB. 2000. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from Southern Brazil. *J Crust Biol.* 20(3): 460-467.
- Mantelatto FL, Martinelli JM. 2001. Relative growth and sexual dimorphism of the South Atlantic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from Ubatuba, Brazil. *J Nat Hist.* 35: 429-437.
- Mantelatto FL, Meireles AL. 2004. The importance of shell occupation and shell availability in the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Paguridae) population from the southern Atlantic. *Bull Mar Sci.* 75(1): 27-35.
- Martinelli JM, Mantelatto FL. 1998. Occurrence of exobionts in gastropod shells occupied by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura: Diogenidae) in Ubatuba Bay (SP) Brazil. In: *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros 2(104)*: 221-226. São Paulo, Publicações ACIESP.
- Martinelli JM, Mantelatto FLM. 1999. Shell utilization by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Diogenidae) in Ubatuba Bay, Brazil. In: *Crustaceans and the Biodiversity Crisis: proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, the Netherlands.* 1: 719-731.
- Meireles AL, Biagi R, Mantelatto FL. 2003. Gastropod shell availability as a potential resource for the hermit crab infralittoral fauna of Anchieta Island (SP), Brazil. *Nauplius.* 11(2): 99-105.

- Meireles AL, Mantelatto FL. 2005. Shell use by *Pagurus brevidactylus* (Anomura, Paguridae): a comparison between laboratory and field conditions. *Acta Zool Sin.* 51(5): 813-820.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Mapa das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: Atualização – Portaria MMA nº9, 23 de janeiro de 2007. Available from: [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/biodiversidade31.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodiversidade31.pdf).
- Moraes BC, Costa JMN, Costa ACL, Costa MH. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amaz.* 35(2): 207-214.
- Morais GC, Lee JT. 2014. Intertidal benthic macrofauna of rare rocky fragments in the Amazon region. *Rev Biol Trop.* 62(1): 69-86.
- Negreiros-Fransozo ML, Fransozo A, Hebling NJ. 1991. Estrutura populacional e determinação do tamanho da concha em quatro espécies de ermitões (Crustacea, Decapoda, Anomura) do litoral paulista. *Biotemas.* 4(2): 135-148.
- Negri M, Lemaitre R, Mantelatto FL. 2014. Molecular and morphological resurrection of *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840), a cryptic species hiding under the name for the “thin stripe” hermit crab *C. vittatus* (Bosc, 1802) (Decapoda: Anomura: Diogenidae). *J Crust Biol.* 34(6): 848-861.
- Reigada ALD, Santos S. 1997. Biologia e relação com a concha em *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Diogenidae) em São Vicente, SP, Brasil. *Braz Arch Biol Technol.* 40: 941-952.
- Ribeiro FB, Matthews-Cascon H, Mantelatto FL, Bezerra LEA. 2015. Shell occupation and ectosymbionts of two hermit crab species in the South Atlantic: a comparative analysis. *J Mar Biol Assoc U. K.* 1-11.
- Sampaio SR, Masunari S, Haseyama KLF. 2009. Distribuição temporal do ermitão *Clibanarius vittatus* (Anomura, Diogenidae) no litoral do Paraná. *Iheringia, Sér. Zool.* 99(3): 276-280.
- Sampaio SR, Masunari S. 2010. Characterization of the occupied shells by the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda, Diogenidae) at Baixio Mirim tideflat, Guaratuba Bay, southern Brazil. *An Acad Bras Ciênc.* 82(4): 833-842.
- Sant’Anna BS, Christofolletti RA, Zangrande CM, Reigada ALD. 2008. Growth of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Anomura, Diogenidae) at São Vicente, São Paulo, Brazil. *Braz Arch Biol Technol.* 51: 547-550.

- Sant'Anna BS, Zangrande CM, Reigada ALD, Severino-Rodrigues E. 2006a. Spatial distribution and shell utilization in three sympatric hermit crabs at non-consolidated sublittoral of estuarine-bay complex in São Vicente, São Paulo, Brazil. *Rev Biol Mar Oceanogr.* 41(2): 141-146.
- Sant'Anna BS, Zangrande CM, Reigada ALD, Pinheiro MAA. 2006b. Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* 96(2): 261-266.
- Sant'Anna, BS, Reigada ALD, Pinheiro MAA. 2009. Population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Anomura) in an estuarine region of southern Brazil. *J Mar Biol Assoc U. K.* 89(4): 761-767.
- Terossi M, Espósito DLA, Meireles AL, Biagi R, Mantelatto FL. 2006. Pattern of shell occupation by the hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *J Nat Hist.* 40(1-2): 77-87.
- Turra A. 2003. Shell condition and adequacy of three sympatric intertidal hermit crab populations. *J Nat Hist.* 37: 1781-1795.
- Turra A, Leite FPP. 2000. Population biology and growth of three sympatric species of intertidal hermit crabs in south eastern Brazil. *J Mar Biol Assoc U. K.* 80: 1061-1069.
- Turra A, Leite FPP. 2002. Shell utilization patterns of a tropical intertidal hermit crab assemblage. *J Mar Biol Assoc U. K.* 82: 97-107.
- Turra A, Leite FPP. 2004. Shell-size selection by the intertidal sympatric hermit crabs. *Mar Biol.* 145: 251-257.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ermitão *C. symmetricus* foi a única espécie de Diogenidae encontrada no estuário de Marapanim. A temperatura, o período sazonal e a zona intermareal foram os fatores que apresentaram maior influência na distribuição da densidade desses ermitões. Contudo, a salinidade e o tipo do sedimento parecem também serem fatores estruturadores da população de *C. symmetricus* neste estuário. Deste modo, menores valores de temperatura, maior precipitação, maior proximidade da linha d'água e conseqüente menor exposição à dessecação, maiores valores de salinidade, sedimentos de maior grau de consolidação e áreas de menor interferência humana, são fatores que explicam a abundância de *C. symmetricus* nesse estuário equatorial.

A variação dos fatores ambientais pode afetar diretamente não só a distribuição e abundância, como também os aspectos biológicos da espécie, como o período de reprodução, a proporção sexual, a distribuição em classes de tamanho, assim como o período de maturação sexual da população. Alguns padrões encontrados neste estudo foram os mesmos já relatados na literatura, tais como: dimorfismo sexual, com machos maiores que fêmeas, distribuição de frequência unimodal e heterocedasticidade, reprodução contínua, proporção sexual diferente de 1:1 em favor dos machos. Contudo, os espécimes capturados neste estudo apresentaram menor média de tamanho em relação aos demais, além de apresentar menor valor de CEC para a maturidade sexual da população, claramente um padrão para espécies tropicais.

O padrão de utilização de conchas de gastrópodes por *C. symmetricus* praticamente não diferiu do padrão observado nas regiões tropicais e subtropicais, identificando a variação da ocupação de acordo com a disponibilidade da concha no ambiente, sua arquitetura e seu peso, e de acordo com tamanho dos ermitões. Entretanto, dados inéditos foram encontrados neste estudo, como a ocupação de uma espécie de concha ainda não reportada em outros estudos para a mesma espécie, confirmando que o padrão de ocupação pode variar de acordo

com a distribuição geográfica. Além disso, este estudo verificou também diferenças na ocupação de acordo com o estágio de desenvolvimento.

A considerável abundância de *C. symmetricus* apresentada neste estudo, somado à presença do recrutamento juvenil ao longo do ano todo indica que o estuário de Marapanim é um local propício ao desenvolvimento deste crustáceo, o que torna este local muito importante para sua conservação. Este estudo é pioneiro e servirá de base para comparação com populações de outros estuários amazônicos.

## ANEXO 1 – Comprovante de submissão de artigo

ScholarOne Manuscripts

16/11/15 22:59

ScholarOne Manuscripts™ | Jussara Martinelli-Lemos | Instructions & Forms | Help | Log Out

Journal of Natural History | Taylor & Francis | Taylor & Francis Group

Main Menu / Author Dashboard / Submission Confirmation

### Submission Confirmation

 Print

Thank you for your submission

**Submitted to** Journal of Natural History

**Manuscript ID** TNAH-OA 15-199

**Title** Gastropod shell utilization pattern by the hermit crab *Clibanarius symmetricus* (Anomura, Diogenidae) in an Equatorial Amazon estuary

**Authors** Rodrigues, Ana Carolina  
Martinelli-Lemos, Jussara

**Date Submitted** 16-Nov-2015

[Author Dashboard >](#)

SCHOLARONE™



© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2015. All Rights Reserved.  
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.  
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.  
[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)