



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

**NÚCLEO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA**

CARLOS AUGUSTO RAMOS CARDOSO

**ESTRUTURA DA MALACOFUNA E ECOLOGIA POPULACIONAL DE
Leukoma pectorina (LAMARCK, 1818) (BIVALVIA: VENERIDAE) NO
ENTREMARÉS COMPOSTO POR FRAGMENTOS ROCHOSOS EM UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL**

**BELÉM-PA
2020**

CARLOS AUGUSTO RAMOS CARDOSO

**ESTRUTURA DA MALACOFUNA E ECOLOGIA POPULACIONAL DE
Leukoma pectorina (LAMARCK, 1818) (BIVALVIA: VENERIDAE) NO
ENTREMARÉS COMPOSTO POR FRAGMENTOS ROCHOSOS EM UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL**

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

Orientador: Dr. Marcelo Petracco

Coorientador: Dr. Cléverson R. M. dos Santos

BELÉM-PA
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C268e Cardoso, Carlos Augusto Ramos.
Estrutura da malacofauna e ecologia populacional de *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae) no entremarés composto por fragmentos rochosos em um estuário amazônico, Brasil / Carlos Augusto Ramos Cardoso. — 2020.
xiv, 86 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Petracco
Coorientador(a): Prof. Dr. Cléverson Rannieri Meira dos Santos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2020.
1. Biodiversidade. 2. Malacofauna. 3. Entremarés. 4. Ecologia populacional. I. Título.

CDD 577.786098115

CARLOS AUGUSTO RAMOS CARDOSO

**ESTRUTURA DA MALACOFAUNA E ECOLOGIA POPULACIONAL DE
Leukoma pectorina (LAMARCK, 1818) (BIVALVIA: VENERIDAE) NO
ENTREMARÉS COMPOSTO POR FRAGMENTOS ROCHOSOS EM UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL**

DATA DA DEFESA: 19 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Marcelo Petracco
Instituto de Geociências -Universidade Federal do Pará

Dr. Cléverson Rannieri Meira dos Santos
Depart. de Zoologia - Campus de Pesquisa- Museu Paraense Emílio Goeldi

Prof^a Dr^a. Jussara Moretto Martinelli-Lemos
NEAP - Universidade Federal do Pará

Prof^a Dr^a. Bianca Bentes Silva
NEAP - Universidade Federal do Pará

Prof^a Dr^a. Máira Pombo
UNIFAP -Universidade Federal do Amapá

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho
Instituto de Geociências -Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Raphael Ligeiro Barroso Santos
Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Pará

CARLOS AUGUSTO RAMOS CARDOSO

**ESTRUTURA DA MALACOFAUNA E ECOLOGIA POPULACIONAL DE
Leukoma pectorina (LAMARCK, 1818) (BIVALVIA: VENERIDAE) NO
ENTREMARÉS COMPOSTO POR ROCHOSO DE UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL**

Orientador:

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco

Coorientador: Dr. Cléverson Rannieri Meira dos Santos

Banca Examinadora

Prof^a Dr^a. Jussara Moretto Martinelli-Lemos (Membro titular)
Universidade Federal do Pará (NEAP/UFPA, Belém)

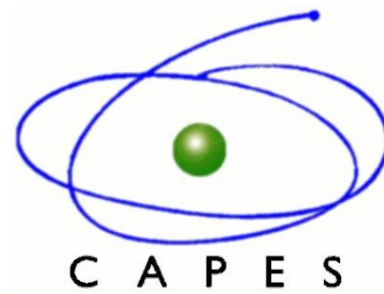
Prof^a Dr^a. Bianca Bentes Silva (Membro titular)
Universidade Federal do Pará (NEAP/UFPA)

Prof^a Dr^a. Maíra Pombo (Membro titular)
Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Prof Dr. José Eduardo Martinelli Filho (Suplente)
Universidade Federal do Pará (IG/UFPA)

Prof Dr. Raphael Ligeiro Barroso Santos (Suplente)
Universidade Federal do Pará (ICB/UFPA)

INSTITUIÇÕES DE APOIO



Dedico a todos os amigos que contribuíram nessa jornada malacológica, em especial ao amigo
Gleidison Souza (*In memoriam*).

“Eu sou, Mar, tu bem sabes, teu discípulo.
Que nunca digas, Mar, que não foste meu mestre
Sento-me, Mar, a ouvir-te
Te sentarias tu, Mar, para escutar-me?
Tens a vaidade, o desmedido orgulho
de saber que meus versos são sempre em teu louvor
(Versos Soltos Com O Mar -VINICIUS DE MORAIS).

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao meu orientador Marcelo Petracco e a Prof^ª Daiane Aviz pelo acolhimento e continuação dessa jornada, e também pela paciência e dedicação para que este trabalho fosse finalizado mesmo diante de vários contratemplos.

Ao meu coorientador Cléverson Santos pelo acolhimento no MPEG e pela confiança nessa pesquisa.

Ao Laboratório de Oceanografia Biológica (LOB) e ao Dr. José Souto Rosa Filho pelo acolhimento, apoio logístico para a realização das coletas.

Ao PPGEAP através de seus professores que contribuíram com valiosos ensinamentos durante essa jornada.

As professoras Jussara M. Martinelli-Lemos e Danielly Brito de Oliveira pelas contribuições na etapa da qualificação.

Aos integrantes da família Lopes, em especial a dona Francisca, marisqueira experiente e que esbanja destreza na atividade de captura do marisco sarnambi, o meu muito obrigado pela estadia, carinho e conhecimento empírico fornecido.

A minha mãe por suportar minha ausência e distância de casa durante essa jornada.

Aos integrantes do LOB em suas várias gerações por terem compartilhado uma segunda casa, com momentos de descontração nos saudosos “cinebenthos” e “picbenthos” regados a bolos e pipocas.

Aos vários amigos que contribuíram direta e indiretamente na árdua logística de coleta de campo e triagem das amostras. Fernanda Dayane, Raiza, Adauto Mello, Karoline, Breno Richard, Camila, Juliana, Rodrigo, Wanessa, meu muito obrigado!.

Meu agradecimento também vai para o amigo Gleidison Souza (in memoriam), literalmente meu condutor, foi fundamental para a logística dessa pesquisa, foi conselheiro nos momentos difíceis, foi animador nos meus momentos tristes, foi incentivador nos momentos de fraqueza, por isso será alguém eternamente lembrando e terá minha eterna gratidão por ser especial.

RESUMO

O presente estudo avaliou a variação espacial e temporal das assembleias de moluscos em áreas de fragmentos rochosos do médiolitoral da região estuarina do Rio Cajutuba (Pará, Costa Norte do Brasil). A fim de compreender os aspectos da ecologia populacional do bivalve *Leukoma pectorina*, espécie comercializada e consumida na região, também foram avaliados. Foram realizadas amostragens mensais ao longo de um ano (abril/2012 a março/2013) em uma área do médiolitoral de 200 x 200 m, a qual foi amostrada em duas zonas com dimensões equivalentes (100 x 200 m): uma superior (mais próxima do supralitoral) e outra inferior (mais próxima da linha de maré baixa). Em cada mês e zona, foram obtidas aleatoriamente seis amostras de substrato, utilizando-se um delimitador quadrado (0,0625 m²). A malacofauna foi composta por 42 espécies, sendo 23 de Gastropoda (18 famílias) e 19 de Bivalvia. Os gastrópodes registrados foram de espécies epifaunais e sobretudo, carnívoras. Os bivalves foram na sua maioria, infaunais e filtradores. *Leukoma pectorina* foi a espécie mais abundante na área, dominando ambas as zonas ao longo de todos os meses. Os resultados indicaram modificações espaciais e temporais significativas em termos quantitativos e qualitativos, com respostas distintas dos grupos de moluscos, refletindo seu modo de vida. De forma geral, a zona inferior apresentou maior densidade de organismos e riqueza taxonômica do que a zona superior. Modificações sazonais foram mais expressivas para assembleias de bivalves, as quais foram mais ricas no período seco. O maior efeito das variações de salinidade sobre espécies sésseis/sedentárias e filtradoras pode explicar o padrão encontrado para bivalves. Em relação à ecologia de *L. pectorina*, ao contrário do esperado, a densidade desse bivalve não apresentou maior densidade no período seco. A população estudada apresentou alta densidade, biomassa e produção. Acentuados eventos de recrutamento, associados a altos valores dos parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} e K), de performance de crescimento e de produção secundária, sugerem que as condições ambientais do estuário são favoráveis ao desenvolvimento dessa população. A baixa expectativa de vida, o alto P/B e alta mortalidade estimadas para a espécie, são frequentes em populações tropicais como a estudada. Entretanto, os valores estimados para esses parâmetros sugerem um considerável efeito seletivo de pesca sobre os indivíduos de tamanhos intermediários e, principalmente, sobre os maiores. Os resultados alcançados ressaltam a importância das áreas de fragmentos rochosos como habitat para moluscos, incluindo *L. pectorina*, que apresenta importância ecológica e socioeconômica em estuários do litoral amazônico.

Palavras chaves: biodiversidade, malacofauna, entremarés, ecologia populacional

ABSTRACT

The present study evaluated the spatial and temporal variations of the mollusc assemblages in areas of rocky fragments of the intertidal zone in estuary region of the Cajutuba River (Pará, North Coast of Brazil). Aspects of the population ecology of the bivalve Brazilian comb venus *Leukoma pectorina*, a species commercialized and consumed in the region, were also evaluated. Monthly samplings were carried out over a year (April / 2012 to March / 2013) in an area of the intertidal zone of 200 x 200 m, which was divided into two zones with equivalent dimensions (100 x 200 m): an upper one (more close to the supralittoral) and the lower one (closer to the low tide line). In each month and zone, six substrate samples were randomly obtained, using a square delimiter (0.0625 m²). The malacofauna was composed of 42 species, being 23 of Gastropoda (18 families) and 19 of Bivalvia. The registered gastropods were of epifaunal species and above all, carnivorous. The bivalves were mostly infaunal and filter feeders. *L. pectorina* was the most abundant species in the area, dominating both zones throughout the collection months. The results indicated significant spatial and temporal changes in quantitative and qualitative terms, with different responses from groups of mollusks, reflecting their way of life. In general, the lower zone showed a higher density of organisms and taxonomic richness than the upper zone. Seasonal changes were more expressive for assemblages of bivalves, those were richer in the dry period. The greater effect of salinity variations on sessile / sedentary and filter feeders species may explain the pattern found for bivalves. Regarding the ecology of *L. pectorina*, contrary to expectations, the density of this bivalve did not show greater density in the dry period. The studied population showed high density, biomass and production. Accentuated recruitment events, associated with high values of the parameters of the von Bertalanffy growth function (L_{∞} and K), growth performance and secondary production, suggest that the environmental conditions of the estuary are favorable to the development of this population. The short life span, the high P/B rate and the high mortality (Z) rate estimated for the species, are frequent in tropical populations like the one studied. Thus, the estimated values for these parameters suggest a considerable selective effect of fishing on individuals of intermediate sizes and, mainly, on the largest ones. The results achieved underscore the importance of fragment areas as a habitat for mollusks, including *L. pectorina*, which has social importance in estuaries on the Amazon coast.

Key words: biodiversity, malacofauna, intertidal, population ecology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo na região estuarina do Rio Cajutuba, no Município de Marapanim-PA	22
Figura 2- Mapa da área de estudo: (A) costa norte do Brasil; (B) Estuário do rio Cajutuba; (C) Afloramento rochoso no entremarés.....	36
Figura 3 – Precipitação acumulada mensal e salinidade da água para período de estudo. Estuário do Rio Cajutuba (costa norte do Brasil).	38
Figura 4. Médias da densidade (barra) e riqueza (triângulos) das classes de moluscos nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do Rio Cajutuba (Costa Amazônica). As linhas verticais representam o erro padrão.	39
Figura 5. Densidade (média \pm SE) de espécies da malacofauna nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do Rio Cajutuba (Costa Amazônica).....	45
Figura 6. Riqueza (média \pm SE) de espécies da malacofauna nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica)	46
Figura 7. Análise de Principais Componentes Canônicos (ACP) para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do rio Cajutuba. Vetores direcionais com espécies mais bem correlacionadas (Spearman $>$ 0.6) com os eixos da ACP.	48
Figura 8. Análise de Principais Componentes Canônicos (ACP) para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do Rio Cajutuba. Vetores direcionais com espécies mais bem correlacionadas (Spearman $>$ 0.6) com os eixos da ACP.	49
Figura 9: <i>Leukoma pectorina</i> (Lamarck, 1818) da zona entremarés do estuário do Rio Cajutuba, Marapanim-PA.....	68
Figura 10: <i>Leukoma pectorina</i> : Variação mensal da densidade entre abril de 2012 a abril de 2013.....	73
Figura 11: <i>Leukoma pectorina</i> . Distribuições de frequência de comprimento mensais e curva de crescimento da função de von Bertalanffy durante o período de abril de 2012 a abril de 2013.	74
Figura 12: <i>Leukoma pectorina</i> . Regressões obtidas para indivíduos menores (círculo aberto: $Z = 1,09 \text{ ano}^{-1}$) e maiores (círculo fechado: $Z = 7,26^{\text{ano}^{-1}}$) utilizando o método da curva convertida para o comprimento.	75
Figura 13: <i>Leukoma pectorina</i> . Relação potencial entre a massa corporal das partes moles e o comprimento da concha.	76
Figura 14: <i>Leukoma pectorina</i> . (A) Produção anual e densidade média anual e (B) produção individual anual nas diferentes classes de tamanho.....	77

Figura 15: Grid auximétrico com dados de índice de performance de crescimento (P) de três espécies de venerídeos. Círculo fechado: *Anomalocardia flexuosa*: 1 e 2: Rodrigues et al. (2013); 3: Corte et al., (2017); 4: Corte et al., (2014, 2015); 5: Mattos e Cardoso (2012); círculo aberto: *Tivela mactroides*: 6 e 7 (Turra et al., 2014); 8 Tata e Prieto (1991); 9: Mendonza e Marcano (2000); 10: Arrieche e Prieto (2006); triângulo: 11: *Leukoma pectorina*: presente estudo. 78

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Abundância relativa (%) dos diferentes grupos taxonômicos e modos de vida nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do Rio Cajutuba (Costa Amazônica)..... 40
- Tabela 2.** Lista com a densidade (média \pm SE) e participação relativa (%) das espécies mais abundantes (representando cerca de 90% da abundância total) nas assembleias de moluscos do estuário do Rio Cajutuba (Costa Amazônica). BIF= bivalve infaunal filtrador; GEC= gastrópode epifaunal carnívoro; GEH = gastrópode epifaunal herbívoro; GEN = gastrópode epifaunal necrófago; GED = gastrópode epifaunal detritívoro..... 42
- Tabela 3.** Resultados da ANOVA para dados de densidade e riqueza da malacofauna de afloramentos rochosos do médiolitoral do estuário do Rio Cajutuba (Costa Amazônica) 44
- Tabela 4.** Resultados da análise PERMANOVA para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do Rio Cajutuba..... 47
- Tabela 5.** Riqueza de espécies de moluscos em ambientes de entremarés da costa amazônica do Brasil. T= Total, B= Bivalvia, G= Gastropoda..... 51
- Tabela 6.** Parâmetros populacionais de *Leukoma pectorina* e outros venerídeos em diferentes latitudes. Comprimento assintótico (L_{∞} : mm), parâmetro de curvatura (K: ano⁻¹), índice de performance de crescimento (P), taxa de mortalidade (Z: ano⁻¹), expectativa de vida (EV: anos), densidade (D: ind. m⁻²), produção anual (Pr: g AFDM m⁻² ano⁻¹), biomassa média anual (B: g AFDM m⁻²), taxa de renovação (P/B: ano⁻¹) e latitude (Lat)..... 82

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
1 – INTRODUÇÃO GERAL	15
2 – OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GERAL.....	19
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESES	19
3 – METODOLOGIA GERAL.....	21
3.1 – ÁREA DE ESTUDO	21
3.2 – AMOSTRAGEM	22
4 – REFERÊNCIAS	23
5 – CAPÍTULO I:.....	32
5.1– INTRODUÇÃO	33
5.2 – MATERIAL E MÉTODOS	35
5.3 – RESULTADOS.....	38
5.4 – DISCUSSÃO	50
5.5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICE	63
6 – CAPÍTULO II:	66
6.1– INTRODUÇÃO	67
6.2 – MATERIAL E MÉTODOS	69
6.3 – RESULTADOS.....	73
6.4 – DISCUSSÃO	78
6.5 – REFERÊNCIAS.....	83

1 – INTRODUÇÃO GERAL

A zona costeira da ecorregião amazônica possui cerca de 2.250 km de extensão desde o Cabo Orange no Amapá (5°N e 51°W) até a Ponta do Tubarão (Baía de São Marcos) no Maranhão (2°S e 44°W) e se caracteriza por possuir uma linha de costa bastante irregular onde estão inseridos diversos ambientes estuarinos (SPALDING *et al.*, 2007). Nessa região costeira segundo Lessa *et al.*, (2018) é a parte da costa brasileira com maior número de estuários, sendo encontrado 1 a cada 34 km de distância e com área acima de 40 km². Em grande parte, esses estuários, por estarem geograficamente próximos, sofrem influência sazonal da pluma do grande rio Amazonas, a qual pode se expandir por vários km além costa amazônica (MOURA *et al.*, 2016; LESSA *et al.*, 2018).

Além dos estuários, essa ecorregião também abriga outros ecossistemas de transição que abrange milhares de km² de bosques de manguezais bem como planícies de marés, praias, dunas, área com fragmentos rochosos e que estão sob ação diária do fluxo de maré (SOUZA FILHO, 2005; SOUZA FILHO *et al.*, 2005; PEREIRA, *et al.*, 2009; REBELO-MOCHEL, 2011; MORAIS e LEE, 2014).

Na zona costeira amazônica, as áreas com fragmentos rochosos são escassas, esparsas e formam manchas solidificadas de conglomerados com blocos rochosos, seixos e cascalhos e que misturados a outros mais sedimentos finos criam um nicho habitat de grande diversidade de organismos vivos no ambiente entremarés (EL ROBRINI *et al.*, 2006, MORAIS e LEE, 2014, NÓBREGA e MARTINELLI-LEMONS, 2016).

Na zona entremarés dessa região a existência de diferentes microambientes, substratos e alta dinâmica, sustenta uma comunidade bentônica diversa (ROSA FILHO *et al.*, 2018). Nesses habitats com periódica exposição ao ar, a comunidade bentônica é submetida a condições ambientais adversas como insolação, variação de temperatura e umidade. Além disso, a variação de salinidade, ação hidrodinâmica (velocidade do fluxo de correntes e impacto de ondas), oscilações na turbidez, que por sua vez podem afetar concentração de nutrientes, estão entre os principais fatores ligados aos processos biológicos que podem afetar a diversidade e abundância de espécies bentônicas (SANTOS *et al.*, 2008; DAME, 2011).

No entremarés, a diversidade, abundância e composição das comunidades de invertebrados bentônicos, que são organismos que vivem associados com os diferentes tipos de substratos, variam amplamente no tempo e espaço (MORRISSEY *et al.*, 1992a; MORRISSEY *et al.*, 1992b). O gradiente de zonação vertical é o mais perceptível, com áreas mais próximas ao

limite de baixamar com condições ambientais mais favoráveis às comunidades bentônicas, por serem locais de maior umidade e conseqüentemente menor estresse ambiental. Além disso, outros diversos fatores físicos como composição do sedimento ou tipo de substrato, associados a processos biológicos como competição e predação e outras relações ecológicas, são fatores que atuam diretamente na distribuição espacial das comunidades bentônicas do entremarés (FRITH *et al.*, 1976; LITTLE, 2000; COUTINHO, 2002; SCROSATI e HEAVEN, 2007; DAME, 2011; MORAIS e LEE, 2014).

As flutuações de escala temporal na estrutura das comunidades bentônicas tendem a ocorrer quando as variações ambientais interagem com processos químicos e físicos, e conseqüentemente atingem os processos biológicos (SNELGROVE e BUTMAN, 1994). Na costa brasileira, que apresenta regiões de clima tropical e subtropical, principalmente as variações temporais da temperatura, pluviosidade e salinidade afetam a abundância, composição e diversidade dessas comunidades bentônicas (DENADAI *et al.*, 2000; YSEBAERT e HERMAN, 2002; BEGON *et al.*, 2007; SOARES-GOMES *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011). Outros fatores também podem ter influência sobre essas comunidades como os fenômenos naturais e impactos antropogênicos (RAIMONDI e REED, 1996; SCHIMITT e OSENBERG, 1996; THRUSH *et al.*, 1996; LITTLE, 2000; PEZZUTO *et al.*, 2010).

Na zona entremarés, as comunidades macrobentônicas, organismos com dimensões maiores que 0,5 mm, são compostas por organismos pertencentes a diversos filos de invertebrados, com destaque em abundância e riqueza para Annelida, Arthropoda e Mollusca (McLACHLAN e BROWN, 2006; AMARAL e NALLIN, 2011).

Os moluscos consistem em um grupo que apresenta grande heterogeneidade nos padrões morfológicos, em seu habitat e formas de vida (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2000; AMARAL *et al.*, 2005), sendo considerado o segundo maior filo animal em número de espécies. Esses invertebrados vivem em quase todos os ambientes do planeta, sendo a grande maioria encontrada no domínio bentônico de ecossistemas marinhos (AMARAL *et al.*, 2005). Nos ambientes marinhos, esses animais podem viver sobre troncos, galhos, raízes e sobre o sedimento (epifauna) ou dentro dele (infauna), escavando-os (sedimentos moles) ou perfurando-os (substratos duros) (OLIVEIRA e REBELO-MOCHEL, 1999; KATHIRESAN e BINGHAM, 2001; MIRANDA, CASTRO e KJERVE, 2002; THURMAN e TRUJILLO, 2004).

Dentre os componentes bentônicos do Filo Mollusca, destaca-se a Classe Gastropoda, por apresentar a maior diversidade de espécies e a classe Bivalvia que é a segunda maior do filo

(GOSLING, 2003). Representantes dessa classe ocupam os mais variados substratos na zona entremarés, onde podem selecionar e utilizar diferentes micro-habitat, destacando-se como um importante componente da epifauna (MARTINS, 2011). A grande maioria das formas bentônicas é herbívora ou detritívora, tendo também um importante grupo com hábito carnívoro (CUNHA e MIYAJI, 2011; DAY *et al.*, 2012; WILSON e FLEEGER, 2012). Na cadeia trófica, os representantes dessa classe têm também importância como presa de muitos peixes demersais e crustáceos da megafauna (CUNHA e MIYAJI, 2011).

Em relação aos bivalves do entremarés, a maioria tem habitat infaunal e são relevantes na bioturbação do substrato, provocando mudanças na textura dos sedimentos e nos processos físico-químicos (MATTHEWS-CASCON e LOTUFO, 2006). Bivalves perfuradores, como os teredinídeos, atuam como importantes decompositores de madeiras, especialmente em manguezais (SANTOS-FILHO *et al.*, 2008), podendo também serem responsáveis por inúmeros danos à embarcações e construções de madeiras (MÜLLER e LANA, 2004). Assim, como os gastrópodes, os bivalves são presas de muitos outros organismos bentônicos, aves, peixes e mamíferos (DAME, 2011).

Os moluscos desempenham também um papel importante na condução de energia e nutrientes de um ecossistema (ARRUDA *et al.*, 2011) sendo muito relevante na cadeia trófica. Nessas cadeias tróficas, a quantidade total de biomassa disponível a ser consumida no próximo nível trófico é definida como produção secundária, sendo que esta influenciada por diversas variáveis inerentes a dinâmica populacional como crescimento e mortalidade (WATERS, 1977; KAISER *et al.*, 2011).

Além da importância ecológica, algumas espécies de moluscos possuem importância como recurso alimentar, sendo algumas vezes de agregado valor econômico em escala comercial, como é o caso de alguns gastrópodes (KING, 2007), cefalópodes (lulas e polvos) (MARIAN e DOMANESCHI, 2011) e bivalves, como mexilhões, ostras e vieiras (ARRUDA *et al.*, 2011). No Brasil, os bivalves Veneridae, conhecidos como berbigões, vôngoles ou sarnambi, têm relevante importância econômica e são explorados em seus estoques naturais de forma artesanal por comunidades tradicionais (GOSLING, 2003; FARIAS e ROCHA-BARREIRA, 2007; ARAÚJO e NUNES, 2006; ARRUDA *et al.*, 2011).

A foz do rio Amazonas é o local onde se demarca o início da subprovíncia Cearaian (pertencente a província malacológica brasileira), sendo também uma área estuarina onde há especial interesse em termos biogeográficos de fauna malacológica (PETUCH, 2013). Outros autores relatam que a costa amazônica brasileira ainda é uma das áreas marinhas menos

conhecidas do país (LANA *et al.*, 1996; ROSA FILHO *et al.*, 2018), embora tenha ocorrido nos últimos anos um avanço no conhecimento científico sobre a composição e ecologia da fauna bentônica. Estudos foram desenvolvidos principalmente na costa do Estado do Maranhão (MATHEWS, *et al.*, 1977; COSTA e SILVA-MELLO, 1983; MOCHEL, 1995; OLIVEIRA e REBELO-MOCHEL, 1999; REBELO-MOCHEL, 2011), e na costa do Pará (FERNANDES, 2003; BRAGA *et al.*, 2009; ROSA FILHO, *et al.*, 2009; AVIZ *et al.*, 2009; BRAGA *et al.*, 2011; SILVA, *et al.*, 2011; ROSA FILHO, *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2013; MELO *et al.*, 2013; ANDRADE, *et al.*, 2014; MORAIS e LEE, 2014).

No entanto, informações ecológicas que envolvam especificamente a malacofauna dessa região ainda são escassas, pois a maioria dos estudos (como os citados acima) tem como foco o estudo da comunidade macrobentônica como um todo.

Especificamente na costa paraense, alguns estudos têm focado espécies de moluscos das zonas entremarés de manguezais, praias e estuários. Nesses estudos são abordados diversas temáticas como identificação molecular, reprodução, assentamento de larvas, taxonomia, morfologia e parasitismo (REIS, 1995; MATOS *et al.*, 1996; VARELA, *et al.*, 2007; ARRUDA *et al.*, 2009; GOMES *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2010; GOMES *et al.*, 2010; GARDUNHO *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2012), com poucos trabalhos sobre diversidade e abundância desses invertebrados (BEASLEY *et al.*, 2005; SANTOS FILHO *et al.*, 2008).

No nordeste do Pará, o município de Marapanim com 49,74 km de extensão costeira (IBGE, 2011) se estende em uma planície costeira (SILVA *et al.*, 2009), na qual estão localizadas diversas unidades morfológicas, que incluem ilhas continentais (como a Ilha de Cajutuba), praias arenosas e lamosas, manguezais, marismas e áreas com aglomerados de fragmentos rochosos (SILVA *et al.*, 2008; ROSA FILHO *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2013; COUTINHO *et al.*, 2016).

A região se destaca como área de grande atração turística e também é um espaço zoneado (Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo) para atividades pesqueiras e mariscagem, que sustentam ou complementam a renda familiar da população local (PROST *et al.*, 2001; FURTADO e SIMÕES, 2002; NASCIMENTO, 2002; FURTADO *et al.*, 2006). Em particular, o bivalve conhecido regionalmente na costa paraense como “sarnambi”, é utilizado como recurso alimentar e de subsistência para marisqueiras do litoral marapaniense (BORCEM *et al.*, 2011).

Apesar de alguns estudos já terem investigado a comunidade macrobentônica (ROSA FILHO *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2013) na região, ainda existem

grandes lacunas sobre a composição específica e ecologia das populações de moluscos, principalmente sobre aquelas exploradas pelo homem, como do sarnambi *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818).

Tendo em vista a importância ecológica e papel econômico dos moluscos em áreas costeiras amazônica, assim como a carência de estudos sobre o grupo na região, a presente pesquisa tem por finalidade descrever e discutir em dois capítulos os parâmetros biológicos da malacofauna da região entremarés da Vila de Camará (Marapanim - PA), uma pequena comunidade de pescadores artesanais no estuário do rio Cajutuba. No primeiro capítulo pretende-se realizar um inventário taxonômico e avaliar as variações espaciais e temporais das assembleias da malacofauna. Para o capítulo II serão avaliados aspectos da estrutura e dinâmica populacional, tais como variação espaço temporal da densidade, recrutamento, crescimento, mortalidade e produção secundária do bivalve *Leukoma pectorina*.

2 – OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Estimar a malacofauna de uma área de fragmentos rochosos do estuário do Rio Cajutuba (Costa Nordeste do Pará), incluindo a estrutura espacial e temporal das assembleias e a dinâmica populacional do bivalve *Leukoma pectorina*.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESES

2.2.1. Capítulo I

- Apresentar um inventário de espécies de moluscos de regiões entremarés da região estuarina do Rio Cajutuba;
- Descrever as variações espaciais e temporais das assembleias de moluscos (abundância, diversidade, riqueza e grupos funcionais), comparando área superior e inferior do médiolitoral e períodos de maior e menor precipitação na região estuarina do Rio Cajutuba;

Hipóteses

H¹: A estrutura da assembleia de moluscos (abundância, diversidade, riqueza e grupos funcionais) do médiolitoral varia espacialmente devido às diferentes condições ambientais imposta pelo regime de marés, esperando-se maior abundância e riqueza de espécies para a região inferior do médiolitoral (área de maior tempo de imersão).

H¹: A estrutura das assembleias de moluscos (diversidade, riqueza e grupos funcionais) do médiolitoral varia sazonalmente devido as diferentes condições ambientais imposta pelo clima tropical amazônico, esperando-se maior abundância e riqueza de espécies para o período seco (época de maior salinidade).

2.2. 2. Capítulo II

- Descrever a variação temporal da densidade de *Leukoma pectorina* no entremarés do estuário do Rio Cajutuba;
- Identificar os períodos de recrutamento dessa espécie;
- Estimar os parâmetros de crescimento, mortalidade e a produção secundária da população de *Leukoma pectorina* no entremarés do estuário do Rio Cajutuba;

Hipóteses

H¹: A abundância de *Leukoma pectorina* varia temporalmente devido às diferentes condições ambientais imposta pelo clima tropical amazônico, esperando-se maior abundância durante os meses do período seco (época de maior salinidade).

H¹: A população de *Leukoma pectorina* apresenta recrutamento contínuo, típico de espécies tropicais.

3 – METODOLOGIA GERAL

3.1 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no estuário do rio Cajutuba, na Vila de Camará (00° 35'40" S e 47° 41' 27" W) no município de Marapanim (nordeste do Pará) (Figura 10). O litoral de Marapanim possui 49,7 km de extensão e assim como outras áreas do nordeste paraense, é geomorfologicamente constituído por várias reentrâncias, configurando um litoral de “falsas rias”, bastante recortado (EL ROBRINI *et al.*, 2006; IBGE, 2011).

A planície costeira de Marapanim é um macro sistema, no qual podem ser encontrados manguezais, que bordejam canais flúvio-estuarinos, áreas de praias e extensos planos de lamas no entremarés, os quais podem ser compostos por sedimento areno-lamoso e fragmentos rochosos aflorantes (arenito laterinizado) (EL ROBRINI *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2009).

A região está sob influência de macromarés semi-diurnas, com amplitudes entre 3,5 m (marés de quadraturas) e 6 (marés de sizígia) (BERRÊDO e COSTA, 2004). Na área, atuam correntes de marés, com velocidades que podem atingir 144 cm/s, durante a preamar, enquanto em baixamar a velocidade pode alcançar 76 cm/s (SILVA *et al.*, 2009). As ondas que atingem a costa podem alcançar cerca de 1m (SILVA *et al.*, 2009).

A costa paraense possui clima tropical quente e úmido (temperatura média de 27,7 °C e umidade do ar entre 80 e 85 %) e altos índices pluviométricos, com variações marcantes de precipitação ao longo do ano (MORAES *et al.*, 2005). A região de estudo está dentro do setor Região Homogênea 1 (RH1) que compreende o setor costeiro da Amazônia Oriental, (AMANAJÁS e BRAGA, 2012), o qual apresenta alta amplitude pluviométrica, com média anual de cerca de 3400 mm. Na região, séries históricas mostram que há uma típica estação chuvosa (com máxima de 606 mm), com início comumente em janeiro, que se estende até junho. Condições mais secas começam a partir de julho, quando o acúmulo mensal de chuvas decrescem e frequentemente atinge valores menores que 50 mm de chuvas (MORAES *et al.*, 2005; ROSA FILHO *et al.*, 2018).

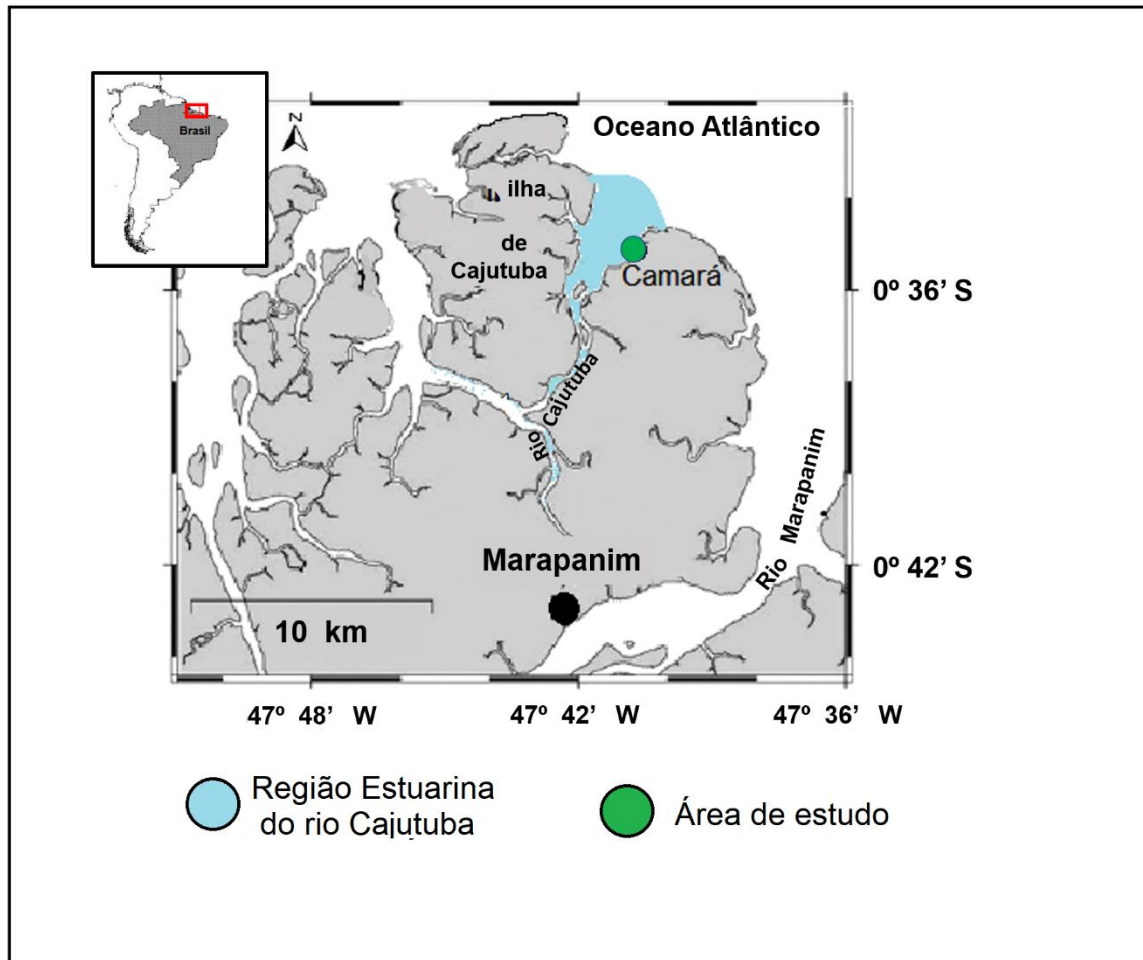


Figura 1: Área de estudo na região estuarina do Rio Cajutuba, no município de Marapanim-PA.

3.2 – AMOSTRAGEM

As coletas foram realizadas mensalmente de abril de 2012 a março de 2013. Uma área de 200m x 200m no médiolitoral foi delimitada para a amostragem, a qual foi dividida em duas zonas de iguais extensões (100m x 200m): zona superior, porção mais próxima ao limite de preamar e com maiores períodos de emersão; e a inferior a mais próxima da linha de maré baixa.

A área de fragmento rochoso é composta por uma mistura de substratos não consolidados (areia e lama) e elementos consolidados (cascalho, calhaus e matações).

3.2.1 Amostragem da malacofauna

Em cada mês e por zona, foram realizadas coletas dentro de seis quadrantes PVC (25 x 25 cm), determinados de forma aleatória. No total foram coletadas 12 amostras mensais e 144 para todo o período de estudo (12 meses). Dentro de cada quadrante, o substrato foi retirado até 10 cm de profundidade e posteriormente lavado com malha de 1 mm e fixadas em álcool 70%. Quando o quadrante contemplava grandes rochas (matacões e calhau), os organismos epifaunais foram retirados manualmente.

Paralelo à coleta biológica, foram mensurados na linha d'água durante a maré vazante a temperatura (através de termômetro de mercúrio com precisão de 0,1 °C) e salinidade (através refratômetro portátil com escala de 1/100). Dados de pluviosidade para o período de estudos foram obtidos junto a estação meteorologia da Agência Nacional de Águas (ANA) situada nas proximidades de Marapanim. As metodologias de laboratório e análises de dados serão descritas conforme cada capítulo.

4 – REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.T.M.; PALHANO, N.B.; TAGLIARO, C.H.; BEASLEY, C.R. 2014. Spatial and temporal variation in the abundance and taxonomic composition of estuarine and terrestrial macrofauna associated with mangrove logs. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v94(1): 35-42.
- AMANAJÁS, J.C.; BRAGA, C. C. 2012. Padrões espaço-temporal pluviométricos na amazônia oriental utilizando análises multivariada. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v27(4): 423-434.
- AMARAL, A.C.Z.; RIZZO, A.E.; ARRUDA, E.P. 2005. Manual de Identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. São Paulo. v1. EDUSP. 288 p.
- AMARAL, A.C.Z.; NALLIN, S.A.H. (org.) 2011. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas-SP. UNICAMP. E-book. 573 p.
- ARRUDA, E.P.; DENADAI, M.R.; QUAST, M.P.; AMARAL, A.C.Z. Bivalvia. *In: AMARAL, A.C.Z.; NALLIN, S.A.H.(org.)*. 2011. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas-SP. v1:236- 250.
- ARRUDA, C.C.B.; BEASLEY, C.R.; VALLINOTO, M.; MARQUES-SILVA, N.S.; TAGLIARO, C.H. 2009. Significant genetic differentiation among populations of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791): a bivalve with planktonic larval dispersion. *Genetics and Molecular Biology*. v32: 423-430.

- ARAÚJO, C.M.Y; NUNES, C.G. 2006. A Guideline to Molluscan Bivalve Reproductive Studies in Brazilian Marine Management Areas. *Journal of Coastal Research, Special Issue*. v39: 945-948.
- AVIZ, D. S.; MELLO, C. F.; SILVA, P. F. 2009. Macrofauna associada às galerias de *Neoteredo reynei* (Bartsch, 1920) (Mollusca: Bivalvia) em troncos de *Rhizophora mangle* Linnaeus durante o período menos chuvoso, em manguezal de São Caetano de Odivelas, Pará (costa norte do Brasil). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v4 (1):47-55.
- AZEVEDO, C.; MATOS, E. 1999. Description of *Nematopsis mytella* n. sp. (Apicomplexa), parasite of the mussel *Mytella guyanensis* (Mytilidae) from the Amazon estuary and description of its oocysts. *Europ. J. Protistol.* v35:427-433.
- AZEVEDO, C.; MENDONÇA, I.L; MATOS, E. 2005. Ultrastructural analysis of *Rickettsia*-like organisms in the oyster *Crassostrea rizophorae* from the northeastern atlantic coast of Brazil. *Brazilian Journal of Morphological Sciences*. Campinas/São Paulo. v22(1):5-8.
- BEASLEY, C.R.; FERNANDES, C.M.; GOMES, C.P.; BRITO, B.A.; SANTOS, S.M.L.; TAGLIARO, C.H. 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of Northern Brazil. *Bonn:Ecotropica*. v11:9-20.
- BEASLEY, C.R.; TAGLIARO, C.H. 2003. Moluscos. *In: FERNANDES, M.E.B. (Org.). Os manguezais da costa norte brasileira*. 1ed.São Luís-MA: Fundação Rio Bacanga, v1:79-86.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Porto Alegre. Artmed. 752 p.
- BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L. 2004. Modificações sazonais nas propriedades físico-químicas de manguezais do estuário do Rio Marapanim, Nordeste do Pará. *In: VI Workshop ECOLAB*, Belém-PA.
- 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*. v38(3):473-482.
- BONADONNA, L.; VOLTERRA, L.; AULICINO, F.A.; MANCINI, L. 1990. Accumulation power of some bivalve mollusks. *Mar. Poll. Bull.* v21:81-84.
- BRAGA, C.F.; BEASLEY, C.R.; ISAAC, V. J. 2009. Effects of plant cover on the macrofauna of *Spartina* marshes in northern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v52: 1409-1420.
- BRAGA, C. F.; MONTEIRO, V. F.; ROSA FILHO, J. S.; BEASLEY, C. R. 2011. Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes. *Wetlands Ecology and Management*, v19:257-272.
- BRAGA, C.F.; SILVA, R.F.; ROSAFILHO, J.S.; BEASLEY, C.R. 2013. Spatio-temporal changes in macroinfaunal assemblages of tropical saltmarshes, northern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. v8:282-298.

- COSTA, M.L.; SILVA MELLO, R.L. 1983. Inventário dos moluscos estuarinos do sudoeste da ilha de São Luís- Estado do Maranhão-Brasil. Bol. Lab. Hidrob., São Luís, v5/6:30–33.
- COUTINHO, R. 2002. Bentos de Costões Rochosos. *In*: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro, 147-157.
- CUNHA, C.M.; MIYAJI, C. Gastropoda. *In*: AMARAL, A.C.Z.; NALLIN, S.A.H. (org.). 2011. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas-SP, 228-235.
- DAME, R.F. 2011. Ecology of Marine Bivalves: an ecosystem approach. 2nd edition. CRC Press. 271 p.
- DAY, J.W.; KEMP, W.M.; YANEZ-ARANCIBIA, A.; CRUMP, B.C. 2012. Estuarine Ecology. Wiley-Blackwell. 2nd Edition. 568 p.
- FARIAS, M.F.; ROCHA-BARREIRA, C.A., 2007. Conchas de moluscos no artesanato cearense. Fortaleza: NAVE/LABOMAR-UFC. 156 p.
- FERNANDES, MEB. 2003. Macroendofauna bêntica de substrato móvel. *In*: Marcus E. B. Fernandes. (Org.) Os manguezais da costa norte brasileira. 1ed. São Luís, MA: Fundação Rio Bacanga. v1:87-103.
- FRITH, D.; TANTANASIRIWONG, R.; BATHIA, O. 1976. Zonation and abundance of macrofauna on a mangrove shore, phuket island. Phuket Marine Biological Center. v10:1-38.
- FURTADO, L.G.; NASCIMENTO, I.; SILVA, M. G. S.; MANESCHY, M.C. 2006. Formas de Utilização dos Manguezais no Litoral do Estado do Pará: caso de Marapanim e São Caetano de Odivelas. Belém: Amazônia, v1:113-127.
- FURTADO, L. G.; SIMÕES, J. 2002. Iconografia da pesca ribeirinha e marítima na Amazônia. Belém: MPEG. 146 p.
- GARDUNHO, D. C. L.; GOMES, C. P.; TAGLIARO, C.H.; BEASLEY, C.R. 2012. Settlement of an unidentified oyster (*Crassostrea*) and other epibenthos on plastic substrates at a northern Brazilian mangrove island. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v16: 41-51.
- GARIBALDI, L.; BUSILACCHI, S. 2002. Lista ASFIS de especies para los fines de estadísticas de pesca. Serie de Referencias ASFIS. No. 15. Roma, FAO. 258 p.
- GRAY, J.S.; ELLIOTT, M. 2009. Ecology of Marine Sediments. Oxford. Oxford University Press. 256 p.
- GOMES, C.P.; BEASLEY, C.R.; PEROTE, S.M.O.; FAVACHO, A.S.; TAGLIARO, C.H.; FERREIRA, M.A.P.; ROCHA, R.M. 2009. Gametogenesis in the mangrove mussel *Mytella guyanensis* from northern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v4:246-249.

- GOMES, C.P.; BEASLEY, C.R.; PEROTE, S.M.O.; FAVACHO, A.S.; SILVA, L.S.; TAGLIARO, C.H.; FERREIRA M.A.P.; ROCHA, R.M. 2010. Quantitative evaluation of gametogenesis in the mangrove mussel *Mytella guyanensis*. *Ecotropica* (Bonn). v16:125-139.
- GOSLING, E. 2003. *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Oxford: Fishing News Books. UK. 456 p.
- HERZ, R. 1991. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 227 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2011. Caracterização do Território. Posição e Extensão. Extensão da linha Divisória dos Estados e Municípios com o Oceano Atlântico. *Anuário Estatístico Do Brasil*. Rio de Janeiro. v71:1-474.
- KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advantaces in Marine biology*. v40:81-251.
- KAISER, J.; ATTRILL, M.J.; WILLIAMS, P.J.L., JENNINGS, S.; THOMAS, D.N.; BARNES, D.K.A. 2011. *Marine Ecology: Processes, Systems and Impacts*. Oxford University Press. 501 p.
- KEEN, A.M. 1971. *Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, 1064 p.
- KING, M. 2007. *Fisheries Biology: Assessment and Management*. Fishing News Books. 2nd edition. Blackwell Publishing. 382 p.
- KNOPPERS, B. A.; EKAU, W.; FIGUEIREDO, A. G.; GOMES, A. S. 2009. Zona Costeira e Plataforma Continental do Brasil. *In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES. (Org.). Biologia Marinha*. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 353-361.
- KNOX, G.A. 2001. *The Ecology of Seashores*. New York. Boca Raton, CRC Press LLC. 557 p.
- LANA, P.C.; CAMARGO, M.G.; BROGIM, R.A.; ISAAC, V.J. 1996. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Rio de Janeiro. FEMAR. 432 p.
- LALLI, C.M.; PARSONS, T.R. 1997. *Biological oceanography. An introduction*. 2nd ed. Butterworth-Heinemann. Oxford. 324 p.
- LESSA, G.C.; SANTOS, F.M.; SOUZA FILHO, P.W.; CORREA-GOMES, L.C. 2018. Brazilian Estuaries: A Geomorphologic and Oceanographic Perspective *In: LANA, P.C. BERNARDINO, A.F. (Ed). Brazilian estuaries: a benthic perspective*. Berlin: Springer, v1:1-37.
- LITTLE, C. 2000. *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford University Press 252 p.

- LOPES, M.N.G.; SOUZA, E.B.; FERREIRA D.B.S. 2013. Climatologia regional da precipitação no Estado do Pará. *Revista Brasileira de Climatologia*.v12:84-102.
- MASSEMIN, D.; LAMY, D.; POINTIER, J.P.; GARGOMINY, O. 2009. Coquillages et escargots de Guyane. Biotope, Mèze (Collection Parthénopé). Muséum national d'Histoire naturelle: Paris, 456 p.
- MATTHEWS, H.R.; FERREIRA-CORREIA, M.; SOUSA, N.R. 1977. Levantamento da fauna aquática da ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). I – Mollusca. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, São Luís*, vI(I):9-22.
- MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M. 2006. Biota marinha da costa oeste do Ceará. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (Biodiversidade, 24). 248 p.
- MARTINS, I.X. 2011. O estudo do órgão acessório de perfuração (ABO) e suas implicações na sistemática. *In: FERNANDEZ, M, A.; SANTOS, S.B.; PIMENTA, A.D.; THIENGO, S.C. (org.) Tópicos em Malacologia: ecos do XIX Encontro Brasileiro de Malacologia. 1 ed. Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Malacologia. v1:112-117.*
- MATOS, E; MATOS, P.; CASAL, G.; AZEVEDO, C. 1997. Ultraestrutura do espermatozóide de *Protothaca pectorina* (Lamarck) (Mollusca, Bivalvia) do litoral norte do Brasil. *Revta. bras. Zool.* v14(4):779-783.
- MATOS, E.; MATOS, P.; AZEVEDO, C. 2005 . Observations on the intracytoplasmic microsporidian *Steinhausia mytilovum*, a parasite of mussel (*Mytella guyanensis*) oocytes from the Amazon river estuary. *Brazilian Journal of Morphological Sciences. Campinas/SP.* v22(4):183-186.
- MATOS, E. 2007. Ação parasitária em cultivo de moluscos bivalves: um estudo de caso no nordeste do Pará. *In: SANTOS, S.B.; PIMENTA, A.D.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; ABSALÃO, R.S. (Org.). Tópicos Especiais em Malacologia. Rio de Janeiro: SBMa. v1:209-216.*
- MARQUES JUNIOR, N.A.; MORAES, R.B.C.; MAURAT, M.C. 2002. Poluição Marinha. *In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro: 311-334 p.*
- MARIAN, J.E.A.R.; DOMANESCHI, O. Cephalopoda. *In: AMARAL, A.C.Z.; NALLIN, S.A.H. (org.).2011. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas-SP. 251-264.*
- MELO, M.A.D.; SILVA, A.R.B.; VARELA, E.S.; SAMPAIO, I.; TAGLIARO, C.H. 2012. Development and characterization of ten microsatellite markers for population studies of the native Brazilian oyster *Crassostrea gasar*. *Conservation Genetics Resources.* v4:583-586.
- MELO, A.G.C.; VARELA, E.S.; BEASLEY, C.R.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I; GAFFNEY, P.M.; REECE K.S; TAGLIARO, C.H. 2010. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oysters (*Crassostrea*). *Genetics and Molecular Biology.* v33:564-572.

MELO, K.R.; TAGLIARO, C.H.; BEASLEY, C.R. 2013. Seasonal changes in the subtidal benthic macrofauna of a mangrove coast in northern Brazil. *Journal of Coastal Research*. v65: 87-92.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: Portaria MMA 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, MMA. 300 p.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERVE, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo: Edusp. 414 p.

MOCHEL, F.R. 1995. Endofauna do Manguezal. São Luís: EDUFMA, v1. 121p.

MOURA, R.L.; G.M. AMADO-FILHO, F.C. MORAES, P.S. BRASILEIRO, P.S. SALOMON, M.M. MAHIQUES, A.C. BASTOS, M.G. ALMEIDA, J.M. SILVA, B.F. ARAUJO, F.P. BRITO, T.P. RANGEL, B.C.V. OLIVEIRA, R.G. BAHIA, R.P. PARANHOS, R.J.S. DIAS, E. SIEGLE, A.G. FIGUEIREDO, R.C. PEREIRA, C.V. LEAL, E. HAJDU, N.E. ASP, G.B. GREGORACCI, S. NEUMANN-LEITAO, P.L. YAGER, R.B. FRANCINI-FILHO, A. FROES, M. CAMPEAO, B.S. SILVA, A.P.B. MOREIRA, L. OLIVEIRA, A.C. SOARES, L. ARAUJO, N.L. OLIVEIRA, J.B. TEIXEIRA, R.A.B. VALLE, C.C. THOMPSON, C.E. REZENDE, F.L. THOMPSON. 2016. An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science Advances*, 2 :1-11

MORAIS, G.C.; LEE, J.T. 2014. Intertidal benthic macrofauna of rare rocky fragments in the Amazon region. *Revista de Biologia Tropical*, v62:69-86.

MORRISEY, D.J.; HOWITT, L.; UNDERWOOD, A. J.; STARK, J. S. 1992a. Spatial variation in soft sediment benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v81:197-204.

MORRISEY, D.J.; UNDERWOOD, A.J.; HOWITT, L.; STARK, J.S. 1992b. Temporal variation in soft sediment benthos. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 164:233-245.

MÜLLER, A.C.P.; LANA, P.C. 2004. Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro. Editora da UFPR, Curitiba. 146 p.

NASCIMENTO, M.I.H. 2002. Camará: o cotidiano da pesca. *In: FURTADO, L.G.; SANTANA, G. (Org.).* Cadernos da pesca: informes de pesquisa. 1ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v1:7-14.

NYBAKKEN, J.W. 1997. *Marine Biology: an Ecological Approach*. 4a ed. Addison-Wesley Publishers Inc. 481 p.

OLIVEIRA, M.P.; ALMEIDA, M.N. Malacologia. Juiz de Fora. Editar editora associada. 2000. 216 p.

OLIVEIRA, V.M.; REBELO-MOCHEL, F. 1999. Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*. São Luís. v12(1):75-93.

- PEREIRA, L.C.C.; DIAS, J.A.; CARMO, J.A.; POLETTE, M. 2009. A zona costeira amazônica brasileira. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v9(2):3-7.
- PETUCH, E.J. 2013. *Biogeography and Biodiversity of Western Atlantic Mollusks*. CRC Press. New York, London, Boca Raton. 234 p.
- PEZZUTO, P. R.; SCHIO, C.; ALMEIDA, T.C.M. 2010. Efficiency and selectivity of the *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca: Veneridae) hand dredge used in southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v90:1455-1464.
- PROST, M.T.; MENDES, A.C.; FAURE, J.F.; BERRÊDO, J.F.; SALES, M.E.; FURTADO, L.; SANTANA, M.G.; SILVA, C.A.; NASCIMENTO, I.; GORAYEB, I.; SECCO, M.F.F.V.; LUZ, L.M. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). *In: PROST, M. T.; MENDES, A.C. (Org.). Ecosistemas costeiros: Impactos e Gestão Ambiental*. 1 ed. Belém: MCT-Museu Paraense Emílio Goeldi. v1:1-165.
- RAIMONDI, P.T.; REED, D. 1996. Determining the spatial extent of ecological impacts caused by local anthropogenic disturbances in coastal marine habitats. *In: SCHMITT, R.J.; OSENBURG, C.W. (orgs). Detecting Ecological Impacts: Concepts and Applications in Coastal Habitats*. Academic press, 1ed.:179-198.
- REBELO-MOCHEL, F. 2011. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. *In: MARTINS, M.B.; OLIVEIRA, T.G. (Org.). Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG. 93-116.
- REIS, R.E.M.L. 1995. Moluscos bivalves perfuradores de madeira do estado do Pará, Brasil: caracterização, taxonomia e resistência de madeiras. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série zoologia* v11:125-203.
- RIOS, EC. 2009. *Compenium of Brazilian sea shells*. Rio Grande, RS: Evangraf, 676 p.
- ROSA FILHO, J. S.; BUSMAN, D. V.; VIANA, A. P.; GREGÓRIO, A. M; OLIVEIRA, D. M. 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté (Bragança-PA). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Zoologia, Belém. Suplemento*, v2:109-121.
- ROSA FILHO, J.S.; ALMEIDA, M.F.; SILVA, D.E.A. 2009. Spatial and temporal changes in the benthic fauna of a macrotidal Amazon sandy beach, Ajuruteua, Brazil. *Journal of Coastal Research. Special Issue* v56:1823-1827.
- ROSA FILHO, J.S.; GOMES, T.P.; ALMEIDA, M.F.; SILVA, R.F. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodoal Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*. v64:435-439.
- ROSA FILHO, JS; PEREIRA, LCC; AVIZ, D; BRAGA, CF; MONTEIRO, MC; COSTA, RAM; ASP, NE; BEASLEY, CR. 2018. Benthic Estuarine Assemblages of the Brazilian North Coast (Amazonia Ecoregion). *In: LANA, P.C.; BERNARDINO, A.F. (Ed). Brazilian Estuaries: A Benthic Perspective*. Berlin: Springer, v1:39-74.

- SANTOS, M.L.S.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, K; FEITOSA, F.A.N.; SCHWAMBORN, R., MAÊDO, S.J. 2008. Influence of the Amazon and Pará rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent Shelf. *Journal of Coastal Research*. v24:585–593.
- SANTOS, H.S.S.; BEASLEY, C.R.; TAGLIARO, C.H. 2010. Changes in population characteristics of *Mytella falcata* (D'Orbigny, 1846) beds, an exploited tropical estuarine mussel. *Boletim do Instituto de Pesca*. v. 36, p. 85-97.
- SANTOS FILHO, C.; TAGLIARO, C. H.; BEASLEY, C.R. 2008. Seasonal abundance of the shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia, Teredinidae) in mangrove driftwood from a northern Brazilian beach. *Iheringia. Série Zoologia*, v98:17-23.
- SCROSATI, R.; HEAVEN, C. 2007. Spatial trends in community richness, diversity, and evenness across rocky intertidal environmental stress gradients in eastern Canada. *Marine Ecology Progress Series* v342:1-14.
- SCHMITT, R.J.; OSENBURG, C.W. (orgs). 1996. *Detecting Ecological Impacts: Concepts and Applications in Coastal Habitats*. Academic press, 1ed. 401 p.
- SIMONE, L.R.L. 1999. Filo Mollusca. *In: MIGOTTO, A. E; TIAGO, C. G. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados marinhos*. FAPESP, São Paulo. v3129-136.
- SILVA, C.A.; 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*. v9:619–631.
- SILVA, R.F.; SOUZA, S.R.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ROSA FILHO, J.S. 2011. Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary, Caeté estuary, Pará, Brazil. *Journal of Coastal Research*. v64:440-444.
- SNELGROVE, P.V.R.; BUTMAN, C.A. 1994. Animal –sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanographic and Marine Biology: an Annual review*, v32:111- 177.
- SOARES-GOMES, A.; PAIVA, P.C.; SUMIDA, P.Y.G. 2002. Bentos de sedimentos não-consolidados. *In :PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro: 127-146.
- SOUZA-FILHO, P.W.M. 2005. Costa de manguezais de macromarés da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*. v23(4): 427-435.
- SOUZA-FILHO, P.W.M.; SALES, M.E.C.; PROUST, M.T.R.C.; COSTA, F.R.; SOUZA, L.F.M.O. 2005. Zona Costeira Amazônica: O Cenário Regional e os Indicadores bibliométricos em C e T. *In: Bibliografia da Zona Costeira Amazônica*. SOUZA-FILHO, P.W.M.; CUNHA, E.R.S.P.; SALES, M.E.C.; SOUZA, L.F.M.O.; COSTA, F.R. (Org.) Comissão de Editoração Científica (MPEG), Petrobrás, Pará. 9-20.

SPALDING, M.D.; FOX, H.E.; ALLEN, G.R. *et al.* 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *Bioscience*. v57:573–583.

THRUSH, S.F.; PRIDMORE, R.D.; HEWITT, J.E. 1996. Impacts on soft-sediment macrofauna: the effects of spatial variation on temporal trend. *In*: SCHMITT, R.J.; OSENBURG, C.W. (orgs). *Detecting Ecological Impacts: Concepts and Applications in Coastal Habitats*. Academic press. 1ed. 49- 66.

THURMAN, H.V.; TRUJILLO, A.P. 2004. *Introductory Oceanography*. Pearson Prentice Hall. 608 p.

UNDERWOOD, A.J.; CHAPMAN, M.G. & CONNELL, S.D. 2000. Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. v250:97-115.

VARELA, E.S.; BEASLEY, CR.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; MARQUES-SILVA, N. S.; TAGLIARO, C.H. 2007. Molecular phylogeny of mangrove oysters (*Crassostrea*) from Brazil. *Journal of Molluscan Studies*. v73:229-234.

WATERS, T. F. 1977. Secondary production in inland waters. *Adv. ecol. Res*, 10: 91-164.

WILSON, J.G.; FLEEGER, J.W. *Estuarine Benthos*. 2012 *In*: DAY, J.W.; KEMP, W.M.; YANEZ-ARANCIBIA, A.; CRUMP, B.C. (ed). *Estuarine Ecology* Wiley-Blackwell. 2nd edition. 303-326.

YSEBAERT, T.; HERMAN, P.M.J. 2002. Spatial and temporal variation in benthic macrofauna and relationships with environmental variables in a estuarine, intertidal soft sediment environment. *Marine Ecology Progress Series*. v244:105-124.

5 – CAPÍTULO I:

ESTRUTURA DA MALACOFUNA DE ÁREAS DE FRAGMENTOS ROCHOSOS DE UM ESTUÁRIO DA COSTA AMAZÔNICA BRASILEIRA

RESUMO

Na costa amazônica, uma região dominada por ambientes com substrato não consolidado, áreas de fragmentos rochosos são habitats fundamentais para a manutenção da biodiversidade. O presente trabalho teve como objetivo investigar a estrutura espacial e temporal das assembleias de moluscos em uma área de fragmentos rochosos no estuário do rio Cajutuba (costa amazônica do Brasil). Foram realizadas coletas mensais ao longo de um ano (abril de 2012 a março de 2013) em duas diferentes zonas do médiolitoral: inferior (região mais próxima do infralitoral) e superior (região mais próxima do supralitoral). Além da estrutura geral da malacofauna, as respostas espaciais e temporais das assembleias de gastrópodes e bivalves foram avaliadas. A comunidade foi formada principalmente por bivalves, na sua maioria classificados como infaunais filtradores. O bivalve *Leukoma pectorina* foi a espécie mais abundante na área, dominando ambas as zonas ao longo de todos os meses. Os resultados indicaram modificações espaciais e temporais significativas em termos quantitativos e qualitativos, com respostas distintas dos grupos de moluscos. De forma geral, a zona inferior apresentou maior densidade de organismos e riqueza taxonômica do que a zona superior, com uma maior participação de gastrópodes epifaunais carnívoros e bivalves filtradores (infaunais e epifaunais). Na zona superior, além espécies de bivalves infaunais (detritívoros e filtradores), alguns gastrópodes herbívoros foram os táxons mais comuns. Modificações sazonais foram mais expressivas para assembleias de bivalves, as quais foram mais ricas no período seco. O maior efeito das variações de salinidade sobre espécies sésseis/sedentárias e filtradoras pode explicar o padrão encontrado para bivalves. Os resultados ressaltam a importância das áreas de fragmentos como habitat para moluscos e da avaliação das respostas de seus diferentes componentes biológicos à variabilidade ambiental em estuários.

Palavras chaves: biodiversidade, moluscos, fragmentos rochosos, entremarés, região tropical

5.1– INTRODUÇÃO

Os litorais rochosos são ambientes comuns em todo mundo e que apresentam importantes relações funcionais com o continente e outros habitats costeiros, estando entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta (Thompson *et al.*, 2002; Coutinho *et al.*, 2016). Esses ambientes são considerados de alta diversidade biológica (Thompson *et al.*, 2002) e permitem, sobretudo, o estabelecimento de uma variedade de organismos bentônicos, com presença de espécies exclusivas ou raramente encontradas em outros habitats (Chapman, 2002; Thompson *et al.*, 2002).

Os padrões de distribuição espacial dos organismos macrobentônicos em costas rochosas têm sido amplamente estudados no mundo e é comum a distribuição dos organismos em zonas do médiolitoral (Stephenson & Stephenson, 1948; Little, Williams & Trowbridge, 2009; Menge & Branch, 2001). Essa distribuição é um resultado, sobretudo, da tolerância das espécies às flutuações ambientais resultantes das oscilações das marés, além de relações biológicas inter- e intraespecíficas (Somero, 2002; Chapman, 2002; Tomanek & Helmuth, 2002; Underwood *et al.*, 2008). Nesses habitats, muito embora alguns padrões ecológicos estejam bem estabelecidos, o conhecimento é norteado por estudos desenvolvidos em regiões temperadas e subtropicais, sob regimes de meso e micromarés. A modulação espacial imposta pelas macromarés e as respostas das comunidades bentônicas em clima tropical são ainda pouco estudadas, especialmente em habitats de fragmentos rochosos (Thompson *et al.*, 2002; Morais & Lee, 2014).

A costa amazônica é uma região dominada por ambientes lamosos e arenosos, como manguezais e praias arenosas, e embora, não sejam encontrados costões rochosos verdadeiros, ou seja, afloramentos cristalinos junto ao mar, há ocorrência de aglomerados de fragmentos rochosos (arenitos consolidados), que podem se estender por uma ampla faixa do entremarés em praias arenosas e planícies lamosas de estuários (Moraes & Lee, 2014; Coutinho *et al.*, 2016). Nesses ambientes, estudos desenvolvidos com braquiúros (Nóbrega & Martinelli-Lemos, 2016) e macrofauna geral (Morais & Lee, 2013), indicaram aumento da abundância e riqueza em área mais próxima a linha de maré baixa e distribuição diferente de grupos taxonômicos em áreas do médiolitoral. As variações espaciais indicam ser resultado da tolerância das espécies à rigidez imposta pelas macromarés semidiurnas (Morais & Lee, 2014; Nóbrega & Martinelli-Lemos, 2016). As mudanças temporais foram associadas à salinidade,

que pode ter uma amplitude de até 30, entre meses do período chuvoso e seco (Morais & Lee, 2014; Nóbrega & Martinelli-Lemos, 2016).

Os moluscos são um dos grupos de macroinvertebrados dominantes em ambientes do entremarés (Przeslawski *et al.*, 2005; Chapman, 2007), nos quais alcançam alta densidade e desempenham importantes papéis nas redes tróficas (Dame, 2011). Além da importância ecológica, muitas espécies de moluscos são utilizadas como recurso alimentar e apresentam grande importância para comunidades litorâneas que vivem artesanalmente do seu extrativismo (Beasley *et al.*, 2010). A representatividade desse grupo nas comunidades bentônicas torna o seu estudo relevante a fim de se conhecer os padrões de biodiversidade locais e modelar as respostas biológicas, principalmente em regiões costeiras como a da Amazônia, que são pouco estudadas e consideradas de alta prioridade para conservação biológica (Coutinho *et al.*, 2016; Amaral *et al.*, 2018).

Nos litorais rochosos, incluindo áreas de fragmentos rochosos, moluscos são representados principalmente por gastrópodes e bivalves (Le Hir & Hily, 2005; Morais & Lee, 2014), os quais, muitas vezes, apresentam distintas estratégias de vida para sobreviver ao estresse ambiental (Dame, 2011), resultando em diferentes padrões de variação espacial e temporal (Chapman, 2006). Uma boa parte dos bivalves do entremarés são infaunais, sedentários e filtradores, geralmente migrando verticalmente no substrato e investindo em adaptações fisiológicas para tolerar as oscilações das marés e a dessecação (Wilson, 1991; Dame, 2011). Por outro lado, os gastrópodes são na sua maioria organismos vágeis e epifaunais, com variados modos de alimentação, exibindo, além de mecanismos fisiológicos e morfológicos, estratégias comportamentais (como migração mareal e vertical), dada sua maior exposição nas marés baixas (Garrity, 1984; Somero, 2002).

O presente trabalho tem como objetivo descrever a estrutura das associações de moluscos de áreas de fragmentos rochosos em uma área de médiolitoral no estuário do rio Cajutuba (Costa Norte do Brasil), avaliando as variações espaciais e temporais impostas pelas condições ambientais na costa amazônica. Serão consideradas três hipóteses principais em conjunto: i) a estrutura da assembleias de moluscos de áreas superiores e inferiores do médiolitoral rochoso é distinta; ii) a estrutura dessas assembleias modifica-se sazonalmente, sendo as variações temporais diferentes nas zonas do médiolitoral; iii) a distribuição espacial e variações temporais das assembleias de Gastropoda e Bivalvia são distintas, dado o modo de vidas das espécies que compõem cada grupo.

5.2 – MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Área de estudo

A região de estudo está localizada na Vila de Camará (00° 35'4" S e 47° 41' 27" W), uma pequena comunidade no município de Marapanim, estado do Pará (Brasil) (Figura 1). A localidade é banhada pelo estuário do rio Cajutuba, que possui sua planície bordejada por extensas florestas de manguezais, praias arenosas e planos lamosos, sendo comum a presença de fragmentos rochosos aflorantes. As áreas de fragmentos rochosos (arenito laterinizado) da região são compostas por misturas de substrato não consolidado (areia e lama) e elementos consolidados (cascalho, calhau e matacões).

A região é dominada por regimes de macromarés semi-diurnas, com amplitudes entre 3,5 m (marés de quadraturas) e 6 (marés de sizígia) (Berrêdo & Costa, 2004). O clima é tropical quente e úmido (temperatura média de 27,7 °C e umidade do ar entre 80 e 85 %) e com variação marcante da precipitação ao longo do ano (Martorano *et al.*, 1993). A precipitação total média é da ordem 3400 mm/ano, com meses de altos índices (máximas de 606 mm) no período chuvoso (janeiro a junho) e menores (máximo de 22 mm) no período seco (julho a dezembro) ou menos chuvoso (Amanajás & Braga, 2012).

5.2.2. Procedimentos de campo

As coletas foram realizadas mensalmente de abril de 2012 a março de 2013. Uma área de 200m x 200m no médiolitoral foi delimitada para a amostragem, a qual foi dividida em duas zonas de iguais extensões (100m x 200m): zona superior, porção mais próxima ao limite de preamar e com maiores períodos de emersão; e a inferior a mais próxima da linha de maré baixa.

Em cada mês e por zona, foram realizadas coletas dentro de seis quadrantes PVC (25 x 25 cm), distribuídos nas zonas de forma aleatória. No total, foram coletadas 12 amostras mensais e 144 para todo o período de estudo (12 meses). Dentro de cada quadrante, o substrato foi retirado até 10 cm de profundidade e posteriormente lavado com malha de 1 mm e fixadas em solução de formaldeído 4%. Quando o quadrante contemplara grandes rochas (matacões e calhau), os organismos epifaunais foram retirados manualmente.

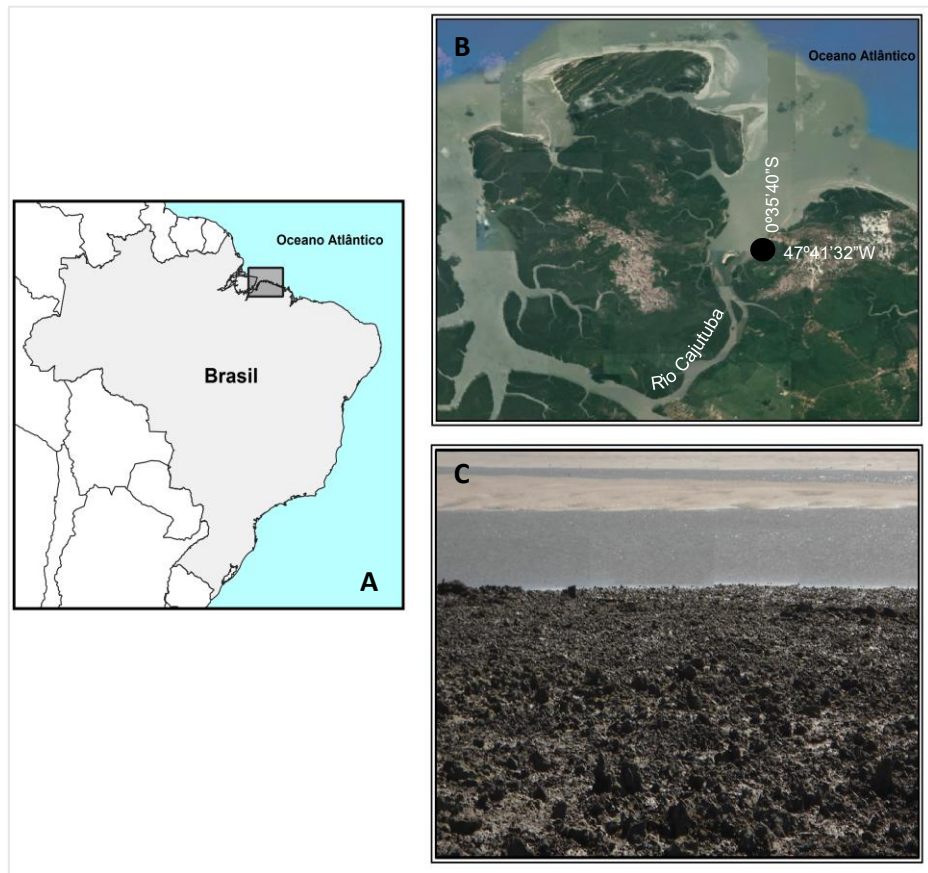


Figura 2- Mapa da área de estudo: (A) Costa Norte do Brasil; (B) Estuário do rio Cajutuba; (C) Afloramento rochoso no entremarés.

Paralelo à coleta biológica, foram mensurados na linha d'água e durante a maré vazante, a temperatura (através de termômetro de mercúrio com precisão de 0,1 °C) e salinidade (através refratômetro portátil com escala de 1/100). Dados de pluviosidade para o período foram obtidos junto a Agência Nacional de Águas (ANA), referente a estação de Marapanim.

5.2.3. Procedimentos de Laboratório

Em laboratório, as amostras foram passadas em peneira metálica (1 mm de abertura) e triadas com auxílio de microscópio estereoscópico. Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível e conservados em solução de álcool etílico a 70%.

5.2.4. Análise de Dados

Cada espécie foi classificada em guildas tróficas (ectoparasitas, detritívoros, carnívoro, necrófago, herbívoro e filtrador), modo vida em relação ao substrato (epifauna ou

infauna/endofauna) e mobilidade (para epifauna: sésseis, sedentários e vágeis; para infauna: sésseis, escavadores e perfuradores). As informações sobre habitat alimentar e modo de vida foram obtidas em dados disponíveis em literatura. Para descrever o percentual de participação dos grupos taxonômicos e grupos funcionais foi utilizada abundância relativa.

Foi calculada para cada amostra a densidade (ind. m⁻²) e riqueza (nº de espécies). Para avaliar esses descritores foi utilizada um modelo de variância tri-fatorial, com classe taxonômica, zona do médiolitoral e período sazonal como variáveis preditoras categóricas. Anterior as ANOVAs, testou-se a normalidade da distribuição dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e a homocedasticidade das variâncias (teste de Cochran), e quando necessário os valores foram transformados (Log (x+1)).

A relação da salinidade e as variáveis biológicas (riqueza e densidade) foi testada por meio de regressão linear simples, uma vez que essa variável apresentou grande variabilidade ao longo dos meses e que existe o pressuposto que ela é um fator estruturador das comunidades macrobentônicas locais.

Foi aplicada Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA), com um modelo tri-fatorial (classe taxonômica, zonas e período sazonal). Utilizou-se a *Canonical Analysis of Principal coordinates* (CAP)(Anderson & Willis, 2003) para ordenar e maximizar as diferenças entre os agrupamentos definidos a *priori* e confirmar os resultados da PERMANOVA. Foram plotados como vetores as espécies mais bem correlacionadas com os eixos da CAP. As análises foram baseadas em matrizes de similaridade, utilizando-se o índice de Bray-Curtis, a partir de valores de densidade por táxon (transformados por raiz quarta).

Para análises univariadas foi utilizado o pacote Statistica 8.0 (StatSoft®) e as análises multivariadas foram gerados a partir do pacote estatístico PRIMER 6.1 (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*)/PERMANOVA +. Para todas as análises se considerou um nível de confiança de 95%.

5.3 – RESULTADOS

5.3.1. Dados ambientais

A precipitação pluviométrica para área de estudo seguiu o padrão sazonal regional amazônico, com maiores índices no período chuvoso (fevereiro, março e abril) e menores nos meses seco (setembro, outubro e novembro) (Figura 3). O período chuvoso apresentou média total de precipitação de 280,3 mm/mês, com máximo de 454,2 mm em março de 2013. O período seco apresentou média de 48,7 mm/mês e em setembro e novembro de 2013 não foram registradas chuvas (Figura 3).

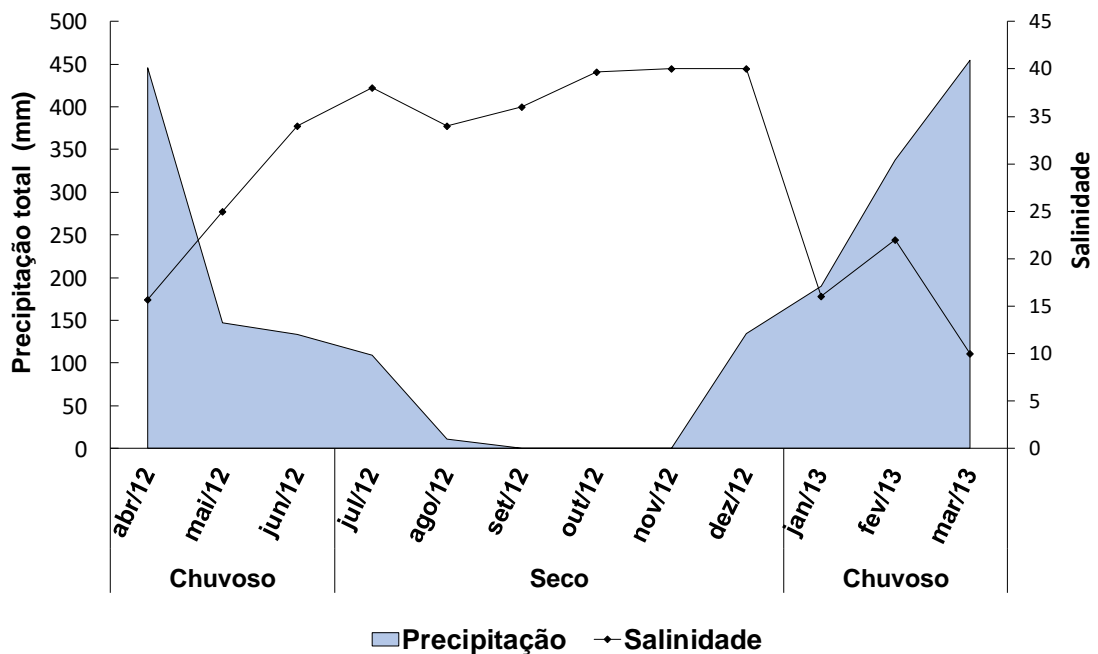


Figura 3 – Precipitação acumulada mensal e salinidade da água para período de estudo. Estuário do rio Cajutuba (Costa Norte do Brasil).

As flutuações dos índices de precipitação se refletiram na salinidade, com valores mínimos (10) registrados no período chuvoso (média de 20,4) e máximas (40) no período mais seco (média de 37,9). A temperatura da água (entre 28 e 30 °C). As médias foram de 28,7° e 29,5° para o período chuvoso e seco, respectivamente.

5.3.2. Assembleia de moluscos

Composição geral e modo de vida

Foram coletados na área 10.318 organismos de 42 espécies, das quais 23 são de Gastropoda e 19 de Bivalvia (Material Suplementar). Os bivalves foram mais abundantes do que gastrópodes, em ambas as zonas e períodos (Figura 4), contudo, a maior dominância (participação relativa) da classe ocorreu no período seco e zona superior (Tabela 1 e Figura 4). De forma geral, gastrópodes apresentaram maior riqueza taxonômica (Figura 4).

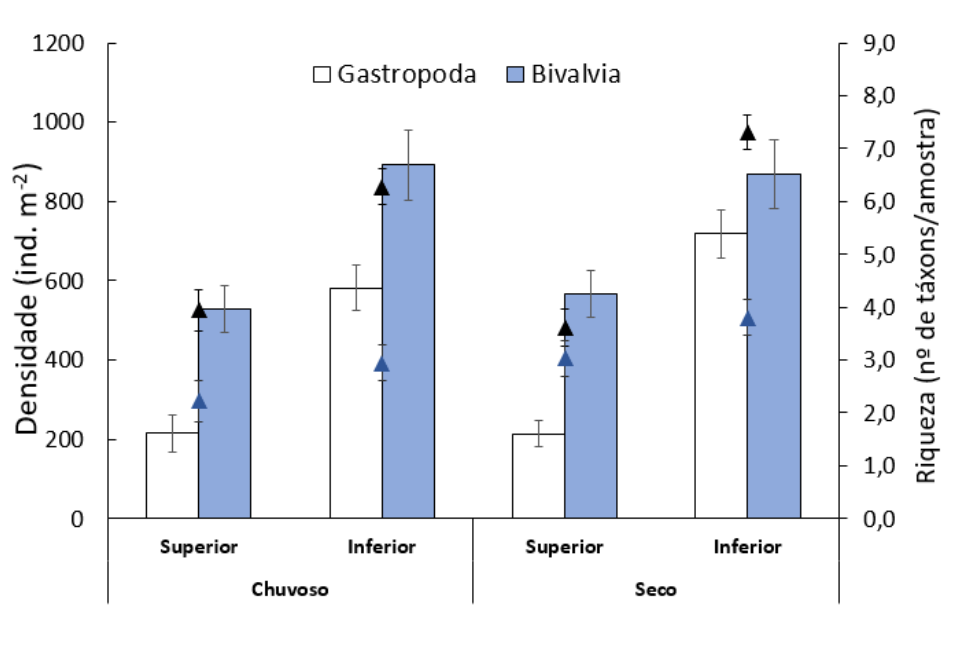


Figura 4. Médias da densidade (barra) e riqueza (triângulos) das classes de moluscos nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica). As linhas verticais representam o erro padrão.

Tabela 1. Abundância relativa (%) dos diferentes grupos taxonômicos e modos de vida nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica).

CLASSES	Total (%)	Superior (%)		Inferior (%)	
		Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Bivalvia	62,3	71,1	72,6	60,5	54,7
Gastropoda	37,7	28,9	27,4	39,5	45,3
GRUPOS TRÓFICOS					
MALACOFAUNA					
Filtrador	61,1	66,7	60,0	71,6	54,4
Carnívoro	25,0	14,1	30,0	11,9	32,0
Herbívoro	3,9	8,0	1,4	11,0	0,7
Detritívoro	3,2	5,9	2,4	2,0	3,4
Necrófago	4,6	4,3	4,3	2,8	6,0
Ectoparasita	2,1	1,0	1,8	0,7	3,6
BIVALVIA					
Filtrador	98,2	93,8	99,2	98,7	99,4
Detritívoro	1,8	6,2	0,8	1,3	0,6
GASTROPODA					
Carnívoro	66,7	48,9	76,3	43,6	71,3
Herbívoro	10,3	27,7	3,5	40,2	1,5
Detritívoro	5,2	5,2	4,8	3,7	6,8
Necrófago	12,3	14,9	11,0	10,2	13,2
Ectoparasita	5,6	3,3	4,4	2,3	7,2
ESTILO DE VIDA					
MALACOFAUNA					
Infauna					
<i>Escavador</i>	57,3	71,1	71,0	56,0	45,3
<i>Perfurador</i>	0,3	0,0	1,4	0,3	0,0
Epifauna					
<i>Vágil</i>	33,6	26,4	26,1	35,8	38,7
<i>Sedentário</i>	4,1	2,4	1,4	3,7	6,6
<i>Séssil</i>	4,7	0,1	0,2	4,3	9,4
BIVALVIA					
Infauna					
<i>Escavador</i>	92,0	99,9	92,5	97,8	82,8
<i>Perfurador</i>	0,5	0,0	0,4	1,9	0
Epifauna					
<i>Séssil</i>	7,5	0,1	7,0	0,3	17,2
GASTROPODA					
Epifauna					
<i>Vágil</i>	89,1	91,5	90,5	95,0	85,5
<i>Sedentário</i>	10,9	8,5	9,5	5,0	14,5

Refletindo a dominância de bivalves, a maioria dos moluscos da área de afloramento, foram infaunais escavadores (57,6% do total dos organismos), seguidos por epifaunais vágeis (33,6% do total) (Tabela 1). Formas infaunais tiveram uma maior participação na abundância da zona superior, em ambos períodos. A participação de formas epifaunais foi mais expressiva na zona inferior, devido a uma maior abundância relativa de gastrópodes (Tabela 1). Em relação às guildas tróficas, ocorreu domínio de organismos filtradores (61,1% do total), seguido de carnívoros (25,0% do total) e herbívoros (3,9% do total) (Tabela 1).

Analisando mais especificamente as classes, os bivalves foram predominante infaunais escavadores e filtradores (Tabela 1). Isso ocorreu devido a densidade elevada de *L. pectorina* (48,9% do total da malacofauna), espécie mais abundante durante todo o período e em ambas as zonas (Tabela 2). Além dessas espécies, tiveram destaque na abundância em diferentes zonas e períodos outros bivalves como os filtradores *Anomalocardia flexuosa* e *Mytella charruana*, e os depositívoros *Austromacoma constricta* e *Tagelus plebeius* (Tabela 2).

Os gastrópodes foram epifaunais, na sua maioria vágeis e carnívoros (Tabela 1). Os principais carnívoros da área foram *Parvanachis obesa*, *Costoanachis sparsa* e *Thaisella coronata* (Tabela 2). A maior participação de gastrópodes carnívoros ocorreu no período seco, para ambas as zonas. Os gastrópodes herbívoros, contrariamente, apresentaram sua maior participação no período chuvoso (Tabela 1). *Vitta virginea* e *Littoraria angulifera* foram os herbívoros mais abundantes no afloramento (Tabela 2). *Phrontis vibex*, uma espécie necrófaga, esteve entre as mais abundantes em todas as áreas e períodos. Por sua vez, *Solariorbis schumoi* foi o detritívoro mais representativo (Tabela 2).

Tabela 2. Lista com a densidade (média \pm SE) e participação relativa (%) das espécies mais abundantes (representando cerca de 90% da abundância total) nas assembleias de moluscos do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica). BIF= bivalve infaunal filtrador; GEC= gastrópode epifaunal carnívoro; GEH = gastrópode epifaunal herbívoro; GEN = gastrópode epifaunal necrófago; GED = gastrópode epifaunal detritívoro.

CHUVOSO	Densidade (ind.m⁻²)	Participação %
Superior		
<i>Leukoma pectorina</i> (BIF)	447,6 \pm 40,6	60,2
<i>Parvanachis obesa</i> (GEC)	49,8 \pm 12,7	6,7
<i>Vitta virginea</i> (GEH)	48,0 \pm 7,8	6,5
<i>Costoanachis sparsa</i> (GEC)	35,1 \pm 9,4	4,7
<i>Austromacoma constricta</i> (BIF)	32,9 \pm 2,7	4,4
<i>Phrontis vibex</i> (GEN)	32,0 \pm 6,6	4,3
<i>Tagelus plebeius</i> (BIF)	30,7 \pm 4,0	4,1
Inferior		
<i>Leukoma pectorina</i> (BIF)	786,7 \pm 72,1	53,4
<i>Parvanachis obesa</i> (GEC)	174,7 \pm 21,4	11,8
<i>Costoanachis sparsa</i> (GEC)	117,8 \pm 34,5	8,0
<i>Phrontis vibex</i> (GEN)	64,0 \pm 12,5	4,3
<i>Thaisella coronata</i> (BEC)	58,2 \pm 11,4	3,9
<i>Leucozonia nassa</i> (GEC)	40,0 \pm 8,9	2,7
<i>Mytella charruana</i> (BIF)	35,6 \pm 5,5	2,4
<i>Stramonita brasiliensis</i> (GEC)	31,1 \pm 3,3	2,1
SECO		
Superior		
<i>Leukoma pectorina</i> (BIF)	325,8 \pm 32,4	41,7
<i>Anomalocardia flexuosa</i> (BIF)	132,0 \pm 27,6	16,9
<i>Neritina virginea</i> (GEH)	76,0 \pm 15,6	9,7
<i>Parvanachis obesa</i> (GEC)	49,3 \pm 12,1	6,3
<i>Mulinia cleryana</i> ((BIF)	35,6 \pm 8,1	4,6
<i>Tagelus plebeius</i> (BIF)	29,8 \pm 4,3	3,8
<i>Phrontis vibex</i> (GEN)	21,8 \pm 3,2	2,8
<i>Costoanachis sparsa</i> (GEN)	20,4 \pm 2,3	2,6
<i>Petricolaria stellae</i> (BIF)	16,4 \pm 2,6	2,1
Inferior		
<i>Leukoma pectorina</i> (BIF)	684,4 \pm 25,6	43,1
<i>Parvanachis obesa</i> (GEC)	250,7 \pm 24,6	15,8
<i>Costoanachis sparsa</i> (GEC)	135,6 \pm 15,4	8,5
<i>Phrontis vibex</i> (GEC)	94,7 \pm 7,2	6,0
<i>Mytella charruana</i> (BIF)	88,4 \pm 6,5	5,6
<i>Thaisella coronata</i> (GEC)	62,7 \pm 6,3	3,9
<i>Crassostrea brasiliana</i> (BIF)	59,6 \pm 7,8	3,8
<i>Solariorbis schumoi</i> (GED)	48 \pm 3,5	3,0

Descritores das assembleias: flutuações espaciais e temporais

A densidade média total da malacofauna no afloramento foi de 1146 ± 59 ind.m⁻² e as mais elevadas médias ocorreram em setembro (1344 ± 254 ind.m⁻²) e outubro (1557 ± 278 ind.m⁻²) de 2013 e janeiro de 2014 (1459 ± 242 ind.m⁻²) (**Figura 5**). Tanto no período seco, quanto no chuvoso, ocorreram elevações e quedas na abundância e riqueza de organismos (**Figura 5 e 6**).

A densidade respondeu de forma significativa a classe taxonômica e as zonas de amostragem, mas não aos períodos sazonais (**Tabela 3**). Bivalves foram significativamente mais densos que gastrópodes, em ambas zonas e períodos (**Figura 4**). Em todas as ocasiões de coleta, a zona inferior apresentou densidades mais elevadas do que a zona superior, considerando toda a malacofauna, bivalves e gastrópodes (**Figura 4 e 5**).

Em relação ao número de espécies, a riqueza foi mais elevada na zona inferior, durante todo o período, para ambas as classes de moluscos (**Figura 6**). Variações significativas da riqueza foram relacionadas a classe, zona e período, com interações entre esses fatores (**Tabela 3**). Os gastrópodes foram significativamente mais ricos que bivalves, contudo apenas na zona inferior, em ambos os períodos (**Tabela 3; Figura 4**). Apenas a riqueza de bivalves variou de forma significativa entre períodos, mas somente na zona inferior (**Tabela 3**). De forma geral, as médias de riqueza foram mais altas no período seco.

Tabela 3. Resultados da ANOVA para dados de densidade e riqueza da malacofauna de afloramentos rochosos do médiolitoral do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica)

Efeitos	G.L	SS	F	p
ABUNDÂNCIA				
Classe	1	5716708	39,16	<0,01*
Zona	1	10629124	72,81	<0,01*
Período	1	35712	0,24	0,62
Classe*Período	1	64800	0,44	0,51
Classe*Zona	1	191374	1,31	0,25
Período*Zona	1	25088	0,17	0,68
Classe*Período*Zona	1	176814	1,21	0,27
Error	280	145993		
RIQUEZA				
Classe	1	375,84	127,79	<0,01*
Zona	1	255,00	86,71	<0,01*
Período	1	1,35	8,52	<0,01*
Classe*Zona	1	92,25	31,37	<0,01*
Classe*Período	1	4,25	1,44	0,23
Período*Zona	1	9,03	3,80	0,04*
Classe*Período*Zona	1	7,67	3,61	0,04*
Error	280	820,53		
Pos-hoc (Teste Tukey)				
		p	p	
<i>Classe*Zona</i>				
Inferior: Bivalve x Gastropoda	*	Superior: Bivalve x Gastropoda	n.s	
<i>Classe*Período*Zona</i>				
<i>Zona inferior:</i>		<i>Zona Superior:</i>		
Bivalvia: chuvoso x seco	*	Bivalvia: chuvoso x seco	n.s	
Gastropoda: chuvoso x seco	n.s	Gastropoda: chuvoso x seco	n.s	

A densidade (total, bivalves e gastrópodes) de moluscos não apresentou relação significativa com a salinidade. Por outro lado, a riqueza da malacofauna total ($r^2=0,10$; $F_{1,1}=4,9$; $p=0,03$) e de bivalves ($r^2=0,4$; $F_{1,1}=8,4$; $p<0,01$) respondeu de forma significativa a salinidade, com relação positiva, ou seja, o aumento da riqueza foi relacionado a elevação da salinidade.

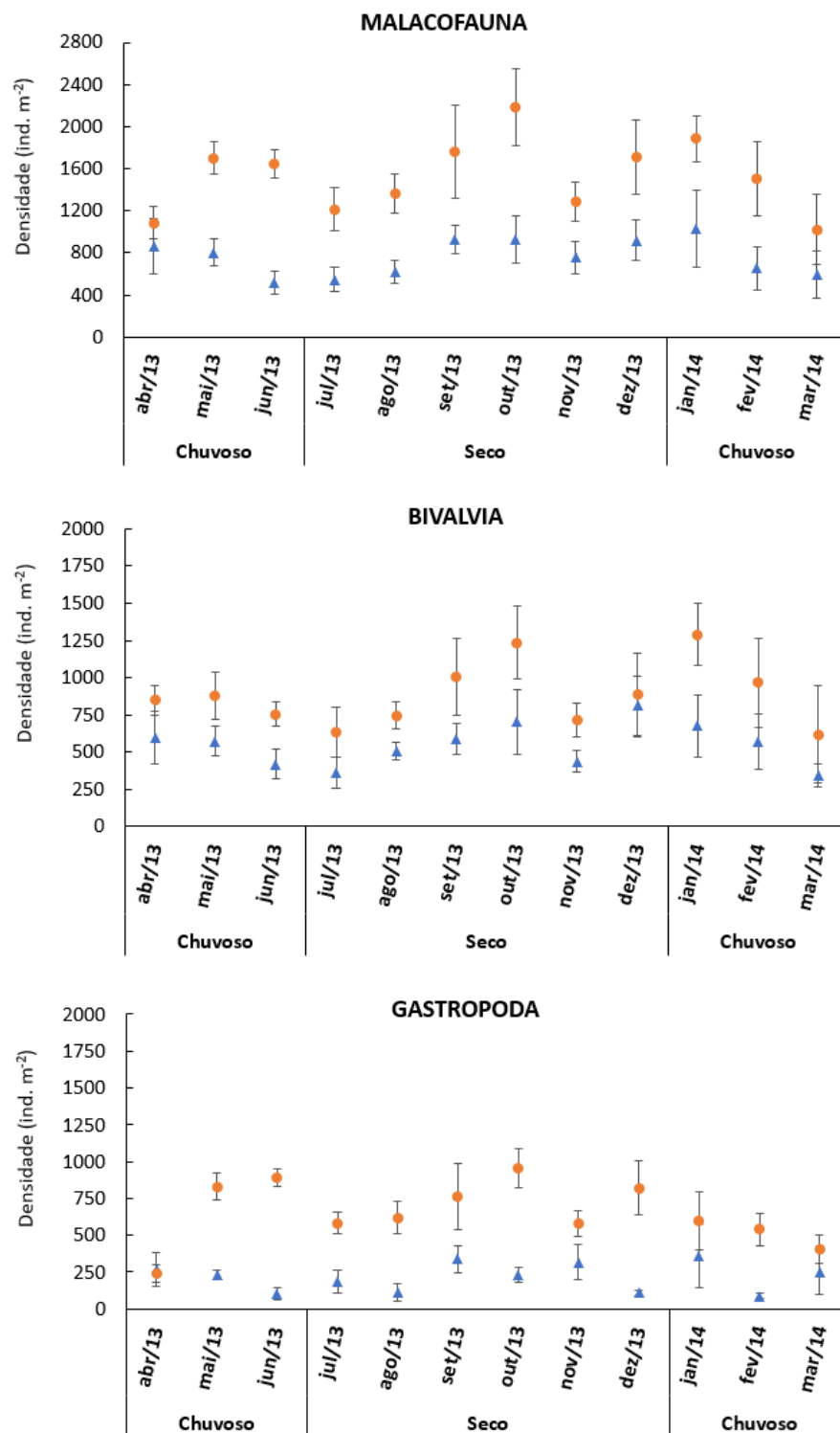


Figura 5. Densidade (média \pm SE) de espécies da malacofauna nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica). Legenda: Circulo= Zona Inferior, Triângulo= Zona Superior.

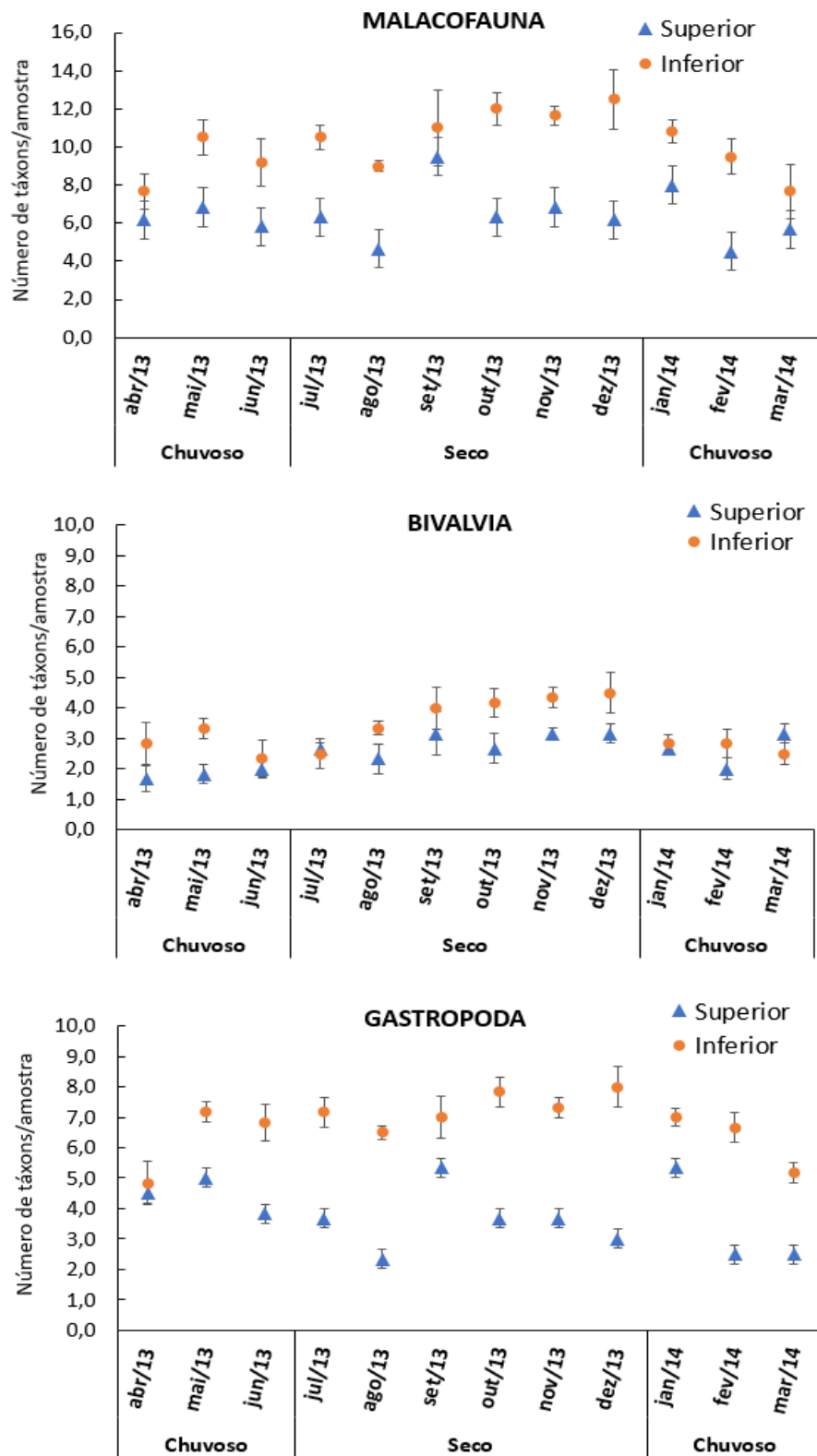


Figura 6. Riqueza (média \pm SE) de espécies da malacofauna nas zonas do médiolitoral em área de afloramento rochoso do estuário do rio Cajutuba (Costa Amazônica). Legenda: Círculo= Zona Inferior, Triângulo= Zona Superior.

Estrutura multivariada

Os resultados da análise de PERMANOVA indicaram que a estrutura das assembleias de moluscos da área apresenta modificações espaciais e temporais significativas (**Tabela 4**). Considerando-se toda a malacofauna, em ambos os períodos as zonas foram diferentes, assim como ocorreu variação sazonal para ambas as zonas. Contudo, as respostas sazonais para as classes de molusco foram diferentes (**Tabela 4**). Apenas para bivalves ocorreu diferença entre períodos, tanto na zona inferior, quanto superior.

Tabela 4. Resultados da análise PERMANOVA para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do rio Cajutuba. * resultados significativos

MALACOFAUNA					
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Zona	1	37937	37937	43.73	0.001*
Período	1	4179	4179	4.82	0.001*
Zona x Período	1	3264	3264	3.76	0.006*
Residual	140	121460	868		
Total	143	166840			
Pos-hoc					
<i>Zona: Inferior x Superior</i> (p<0,01*; no período seco e chuvoso)					
<i>Período: Chuvoso x Seco</i> (p<0,01*; na zona inferior e superior)					
GASTROPODA					
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Zona	1	42749	42749	31.26	0.001*
Período	1	2748	2748	2.01	0.075
Zona x Período	1	3590	3590	2.62	0.033*
Residual	140	191460	1368		
Total	143	240550			
Pos-hoc					
<i>Zone: Inferir x Superior</i> (p<0,01*; no período seco e chuvoso)					
<i>Season: Chuvoso x Seco</i> (p>0,05; na zona inferior e superior)					
BIVALVIA					
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Zone	1	25216	25216	41.50	0.001*
Season	1	6765	6765	11.13	0.001*
Zone x Season	1	4519	4519	7.44	0.001*
Residual	140	85076	608		
Total	143	121580			
Pos-hoc					
<i>Zone: Inferir x Superior</i> (p<0,01*; no período seco e chuvoso)					
<i>Season: Chuvoso x Seco</i> (p<0,05*; zona inferior e superior)					

A análise de vetores para malacofauna, indicou as espécies mais bem associadas com o modelo da ACP (Figura 7). As amostras da zona inferior foram associadas com espécies mais abundantes e frequentes na área (*Leukoma pectorina*, *Solariorbis schumoi*, *Phrontis vibex*,

Parvanachis obesa, *Mytella charruana* e *Thaisella coronata*). A variação sazonal nessa zona foi resultado, sobretudo, do aumento da densidade desses táxons. Por outro lado, a zona superior apresentou dois grupos de espécies referentes aos períodos sazonais: *Austromacoma constricta* e *Littoraria angulifera* foram mais comuns nas amostras do período chuvoso; *Vitta virginea*, *Anomalocardia flexuosa* e *Petricolaria stellae* foram associadas as amostras do período seco.

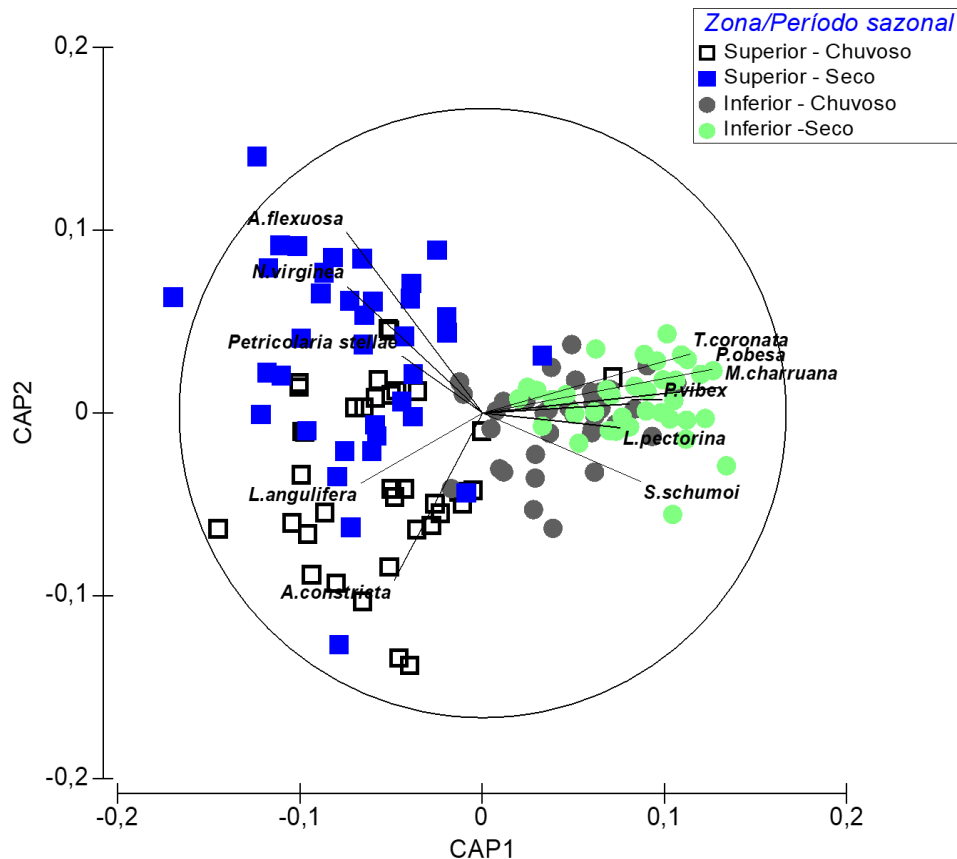


Figura 7. Análise de Principais Componentes Canônicos (ACP) para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do rio Cajutuba. Vetores direcionais com espécies mais bem correlacionadas (Spearman > 0.6) com os eixos da ACP.

O modelo da ACP para bivalves (Figura 8) indicou *Leukoma pectorina*, *Crassostrea brasiliana*, *Mytella charruana*, *Cyclinella tenuis*, como as mais comuns na zona inferior, com no período seco. Na zona superior, *Austromacoma constricta* (associada a amostras do período chuvoso) e *Tagellus plebeius*, *P. stellae* e *A. flexuosa*, comuns ao período seco, foram as espécies mais importantes para os padrões de similaridade.

Para gastrópodes a ACP (Figura 8) indicou *L. angulifera* e *V. virginea* como maior correlação com amostras da zona superior, para o período chuvoso e seco, respectivamente. As

espécies *P. vibex*, *S. schumoi*, *Turbonilla* sp., *Costoanachis sparsa*, *T. coronata* e *P. obesa* foram as mais bem correlacionadas com amostras da zona inferior.

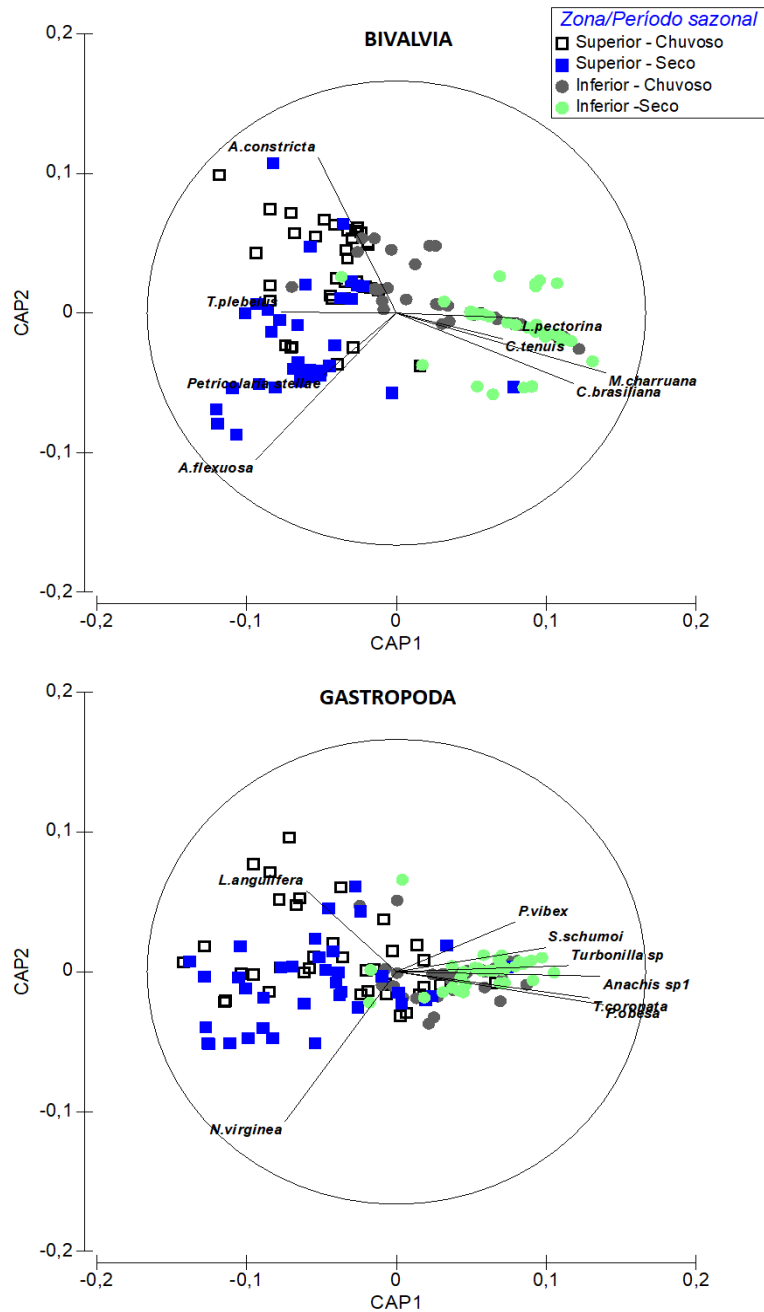


Figura 8. Análise de Principais Componentes Canônicos (ACP) para a malacofauna bentônica da região entremarés do estuário do rio Cajutuba. Vetores direcionais com espécies mais bem correlacionadas (Spearman > 0.6) com os eixos da ACP.

5.4 – DISCUSSÃO

Composição e diversidade da malacofauna

Os resultados alcançados relevaram que a área de fragmentos rochosos do estuário do rio Cajutuba é habitat para uma abundante e rica assembleia de moluscos, os quais se distribuíram de forma heterogênea ao longo do médiolitoral. O número total de espécies registradas, de 42, pode ser considerado alto, quando comparado aos de outros estudos em ambientes consolidados e não consolidados no entremarés na costa amazônica (Tabela 5). Quando analisamos apenas moluscos, os valores de riqueza registrados nesses estudos, com exceção Beasley *et al.* (2005), variam 0 a 27 espécies. De forma geral, a macrofauna bentônica é considerada pouco diversa nos estuários amazônicos, devido a elevada rigidez ambiental imposta pelas macromarés semidiurnas e variações sazonais da salinidade, devido ao regime de chuvas (Rosa Filho *et al.*, 2018).

A maior heterogeneidade ambiental encontrada, com misturas de fragmentos rochosos, com variadas formas e tamanhos, além de lama e areia, é certamente um dos principais fatores associados com maior diversidade encontrada (Grzelac & Kuklinski (2010; St Pierre & Kovalenko, 2014). O favorecimento à fauna está associado ao aumento da complexidade estrutural e mais oferta de recursos, como alimento e abrigo (Bell, 1985, Kovalenko *et al.*, 2012). Substratos que oferecem mais superfícies e espaços de tamanhos variados podem fornecer locais habitáveis para organismos com uma ampla variedade de tamanhos corporais e diferentes graus de mobilidade, aumentando a riqueza de espécies (Tokeshi & Arakaki, 2012, St Pierre & Kovalenko, 2014). A heterogeneidade do substrato pode também modificar o padrão hidrodinâmico durante a maré alta, amortecendo energia de ondas, assim como aumentar o sombreamento na maré baixa (Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1997, Araújo *et al.*, 2005).

Tabela 5. Riqueza de espécies de moluscos em ambientes de entremarés da costa amazônica do Brasil. T= Total, B= Bivalvia, G= Gastropoda

Ambiente	Localidade	Fauna estudada	Riqueza			Referência
			T	B	G	
Fragmentos rochosos	Estuário do rio Cajutuba (Pará, Brasil)	Infauna e epifauna	42	19	23	Presente estudo
Fragmentos rochosos	Estuário do rio Curuça (Pará, Brasil)	Infauna e epifauna	21	7	14	Morais & Lee, 2014
Outros habitats						
Fundos duros						
Recifes de Sabellaridae	Ilha de Algodal (Pará, Brasil)	Infauna e epifauna	27	12	15	Aviz <i>et al.</i> , 2019
<i>Troncos de mangue</i>	Rio Mojuim (Pará, Brasil)	Infauna	4	1	3	Aviz <i>et al.</i> , 2009
Fundos moles						
Praia arenosa	Ilha de Algodal (Pará, Brasil)	Infauna	4	4	0	Rosa Filho <i>et al.</i> , 2011
Praia arenosa	Praia de Ajuruteua (Pará, Brasil)	Infauna	3	3	0	Rosa Filho <i>et al.</i> , 2009
Marismas (fundo areno-lamoso)	Ilha de Algodal (Pará, Brasil)	Infauna	14	9	5	Braga <i>et al.</i> , 2011
Manguezal (fundo lamoso)	Estuário do Caeté (Pará, Brasil)	Infauna	0	0	0	Rosa Filho <i>et al.</i> , 2006
Manguezal (fundo duro e lamoso)	Estuário do Caeté (Pará, Brasil)	Infauna e epifauna	49	30	19	Beasley <i>et al.</i> , 2005
Manguezal (fundo lamoso)	Ilha de São Luis (Maranhão, Brasil)	Infauna	11	3	8	Oliveira & Mochel, 1999
Manguezal (fundo lamoso)	Ilha de São Luis (Maranhão, Brasil)	Infauna	2	1	1	Fernandes, 2003

Nos fragmentos rochosos estudados foram encontradas espécies com diferentes estratégias ecológicas, as quais podem ser encontradas em fundos duros (Aviz *et al.*, 2009; Beasley *et al.*, 2005; Aviz *et al.*, 2019) e ambientes areno-lamosos e lamosos (Beasley *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2011, Braga *et al.*, 2011). Por exemplo, vários epifaunais, como *M. charruana*, *C. brasiliana*, *T. coronata* e *Littoraria* ssp. são comuns em manguezais da região, bem como os infaunais *A. constricta*, *A. flexuosa* e *T. plebeius* em planos lamoso e praias protegidas com sedimento areno-lamoso (Beasley *et al.*, 2005; Beasley *et al.*, 2010). Espécies como *Donax striatus* e *Natica marochiensis* são tipicamente registradas em praias arenosas (Rosa Filho *et al.*, 2009; Beasley *et al.*, 2010). Por outro lado, outras espécies têm sua ocorrência mais restrita aos afloramentos rochosos, como o bivalve *L. pectorina*, dominante na área de estudo.

Apenas a riqueza encontrada por Beasley *et al.* (2005), de 49 táxons, foi mais elevada do que a do presente trabalho, no entanto sua lista taxonômica é resultado de amostragem anual, com empregos de várias metodologias de coleta e abrangendo praias (lamosas e arenosas) e diversas áreas manguezais. Nesse sentido, o estudo de Morais & Lee (2014), realizado em áreas de fragmentos rochosos, pode ter resultado em menor riqueza total, devido a amostragem em apenas quatro meses. A duração dos estudos ecológicos contribui significativamente para o levantamento correto da diversidade, uma vez que, aumenta a maior probabilidade de capturar espécies raras e acompanhar as modificações cíclicas na composição das comunidades (Carballo *et al.*, 2008).

A malacofauna da área estuda foi dominada por bivalves, principalmente as formas infaunais. Isso é diferente do que ocorre em costões rochosos, onde maior parte dos organismos são epifaunais, devido a escassez de substratos moles (Cruz-Motta, 2007). Na área de fragmentos rochosos locais, a dominância de bivalves infaunais se deve a alta densidade de *L. pectorina*, uma espécie associada a substratos mistos (com lama, conchas, seixos e rochas) (Gueron & Narchi, 2000). A dominância numérica de *L. pectorina* ao longo de todo o ano confirmam sua preferência pelo tipo de substrato e seu caráter eurihalino, capaz de suportar acentuadas variações de salinidade. Na região de Marapanim, essa espécie alcança alta densidade em áreas de fragmentos, inclusive sendo um importante recurso alimentar para populações humanas (Silva *et al.*, 2020).

Gastrópodes foram principalmente epifaunais e carnívoros, como observado em outros estudos com ambientes rochosos (Turra & Denadai, 2006; Breves & Moraes, 2014). A abundância de predadores da malacofauna pode ser suportada pela densa e rica macrofauna bentônica nas áreas de fragmentos da região de Marapanim, principalmente nas regiões inferiores do médiolitoral (Morais & Lee, 2014). Os principais carnívoros, *P. obesa* e *Costoanachis sparsa*, provavelmente como demais columbelídeos, alimentam-se de outros invertebrados, como crustáceos e poliquetos (Marcus & Marcus, 1962;). *Thaisela cf. coronata* é citada como um predador preferencialmente de bivalves epifaunais e balanídeos (Garton & Stikle 1980; Palmer, 1990) e sua maior densidade na área coincidem como as de *C. brasiliana* e *M. charruana*.

P. vibex foi uma das espécies de gastrópode mais abundantes e comuns na área. Ela é considerada necrófaga e extremamente ativa, explorando o médiolitoral em busca de carcaças em decomposição durante a maré baixa. A espécie tem preferência por substratos rochoso, nos

quais faz a deposição e proteção dos seus encapsulados de ovos contra as intempéries (Pechenik 1978, Matthews-Cascon 2011, Yokoyama e Amaral 2011).

Variações espaciais e temporais

Os resultados do presente estudo confirmaram a distribuição heterogênea de moluscos no médiolitoral, com áreas inferiores mais densas e ricas, além de mudanças na estrutura faunística (análise conjunta da composição, abundância e frequência das espécies). Essa é uma tendência amplamente observada em habitats rochosos de regiões temperadas e tropicais (ver revisões de Thompson *et al.*, 2002; Coutinho *et al.*, 2016). Tal resposta é, especialmente, resultado do maior tempo de imersão, que contribui para o menor estresse térmico, assim como variações de oxigênio dissolvido e salinidade (Scrosati & Heaven, 2007). Na zona superior além de menor densidade e riqueza, a participação de epifaunais foi reduzida, uma vez que altas temperaturas e a baixa umidade podem ser condições críticas para sobrevivência fora do sedimento (Garton & Stickle, 1980; Dame, 2011).

A densidade de organismos não variou entre os períodos sazonais considerados, não confirmando a hipótese inicial do presente estudo e outros resultados para macrofauna em estuários amazônicos (Silva *et al.* 2011; Melo *et al.* 2013; Pamplona *et al.* 2013). Contudo, em fragmentos rochosos de Curuçá, Morais & Lee (2014) não observaram modificações sazonais significativas. Embora as maiores médias de densidade tenham ocorrido no período seco (setembro e outubro de 2013), valores relativamente altos também ocorrem no período chuvoso (por exemplo, janeiro de 2014). A maior parte dos picos de densidade na área são resultados de eventos de recrutamento do bivalve *L. pectorina* (ver Figura 3 do capítulo 2). Ainda, segundo Chapman (2002), em áreas de fragmentos rochosos as mudanças de abundância podem ocorrer de maneira imprevisível, uma vez que, são ambientes fortemente perturbados por ondas e em constantes ciclos de recuperação.

Adicionalmente, a queda de salinidade (mínimo 10) durante o período chuvoso no estuário do rio Cajutuba, não foi tão extrema como a de outros estuários amazônicos, nos quais valores podem chegar a 5 (Nóbrega & Martinelli-Lemos, 2016; Aviz *et al.*, 2018). Por se tratar de um estuário mais externo, descargas fluviais podem ter menor impacto na salinidade. A faixa de salinidade encontrada pode, portanto, ser suportada pelas espécies dominantes, que são caracteristicamente eurihalinas, como *L. pectorina*, *P. obesa*, *Costoanachis sparsa* e *P. vibex*.

Maior parte dos organismos tropicais têm adaptabilidade ecofisiológica às mudanças de salinidade, suportando os efeitos das flutuações sazonais no ambiente (Chung, 2001).

Em contrapartida, a riqueza de espécies foi significativamente mais baixa no período chuvoso e apresentou relação positiva com a salinidade. Considerando as classes, a redução da riqueza apenas foi significativa para os bivalves. Além da variação de riqueza, modificações na estrutura faunística foram observadas entre os períodos sazonais, sobretudo para bivalves. Nos moluscos, a eficiência e tolerância as mudanças de salinidade podem variar entre espécies e em diferentes fenótipos (polimorfismo inter e intrapopulacional) (Berger & Kharazova, 1997).

A resposta de gastrópodes as variações de salinidade podem envolver o fechamento do opérculo, resultando em isolamento total do ambiente (Berger & Kharazova, 1997; HRS-Brenko, 2006). Além do mais, espécies vageis podem se mover para locais mais superiores, evitando a imersão prolongada (Marshall & McQuaid, 2011). Outra resposta comum é a menor atividade metabólica e cardíaca e/ou perfusão branquial, ou troca de água dentro da cavidade do manto, levando também em contato reduzido entre os tecidos internos e a água externa (Liu *et al.*, 1990).

Para bivalves estuarinos, que são na sua maioria filtradores e/ou sedentários/sésseis, a queda na salinidade é particularmente problemática, pois acaba resultando na redução da aquisição de alimento, ao mesmo tempo que demanda energia para manter o volume celular e evitar choques osmóticos (Akberali & Trueman, 1985; Hauton, 2016). Para muitas espécies, essa combinação de aumento de demanda e queda na alimentação pode traduzir-se em eventos de mortalidade, assim como afetar o desempenho do crescimento, a produção reprodutiva ou a função imunológica (Berger & Kharazova, 1997; McFarland *et al.* 2013; Burdon *et al.*, 2014; Peteiro *et al.*, 2018). O estresse osmótico de organismos devido a baixas salinidades é um fator amplamente associado a queda da riqueza em estuários amazônicos (Rosa Filho *et al.*, 2018).

Entre os bivalves que indicaram menor tolerância a baixa salinidade, com maior abundância ou ocorrência restrita ao período seco estão, *Anomalocardia flexuosa*, *Petricolaria stellae*, *Iphigenia brasiliensis* e *Cyrtopleura costata*.

Um ponto interessante, é que *A. flexuosa* e *P. pectorina* são bivalves da mesma família, podendo ser encontrados no mesmo habitat, embora *A. flexuosa* tenha preferência por substratos mais arenosos ou areno-lamosos e águas com pouco sedimento em suspensão (Pezzuto & Echternacht 1999), além de ter menor tolerância a baixa salinidade. Estudos têm apontado que *A. flexuosa* sobrevive em uma faixa de salinidade entre 17 a 42, e valores abaixo de 24 podem provocar estresse osmótico e aumento da mortalidade (Leonel *et al.* 1983, Monti, Frenkiel &

Mouëza, 1991). Essas características podem ter resultado na distribuição mais restrita da espécie ao período seco, quando a salinidade esteve acima de 20 e as águas de estuários amazônicos carregam menor quantidade de sedimento em suspensão (Nittrouer, Curtin, & De Master, 1986). É possível ainda, que a maior ocorrência da espécie na zona superior (Figura 7), possa ser advinda da composição do substrato e efeitos da competição intraespecífica, sendo *L. pectorina* um competidor mais eficiente na zona inferior.

Além de *L. pectorina*, os epifaunais *M. charruana* e *C. brasiliana* foram táxons associados a zona inferior, com maior abundância no período seco, dado possivelmente as condições ótimas para sobrevivência desses filtradores nessa zona (maior tempo de imersão) e período sazonal (maior salinidade).

Os bivalves *A. constricta* (depositívoro) e *T. plebeius* (filtrador) infaunais foram associados a zona superior (Figura 7), o primeiro principalmente no período chuvoso. Esses organismos são escavadores de profundidade (até 30 cm) e de alta capacidade de migração vertical no substrato, habilitando-os a sobrevivência em áreas de maior tempo de emersão (Amaral *et al.*, 2005; Farias & Rocha-Barreira, 2012). O acúmulo de detritos na zona superior, mais próxima a linha de deixa das ondas, ainda poderia facilitar o modo de alimentação desses organismos, que selecionam ativamente ou filtram depósitos orgânicos que se acumulam sobre a superfície do substrato (Dame, 2011).

Algumas espécies de gastrópodes também apresentaram maior frequência na zona superior, contudo com ocorrência sazonal bem marcada. *V. virginea* foi mais comum no período chuvoso e *L. angulifera*, no período seco. Ambas espécies são herbívoras/raspadoras e apresentam grande capacidade de tolerar dessecação, vivendo comumente em níveis superiores do médiolitoral, principalmente em manguezais (Merkt & Ellison, 1998; Matthews-Cascon *et al.*, 2011). Nesse caso, a maior irradiação solar na zona superior pode aumentar o desenvolvimento do microalgas bênticas e favorecer a presença de espécies herbívoras.

Os resultados alcançados ressaltam a importância das áreas de fragmentos como habitat para moluscos e confirmam a variabilidade espacial e temporal de suas assembleias, acrescentando importante conhecimento a ecologia de habitats rochosos na costa amazônica brasileira.

5.5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANAJÁS, J. C. & BRAGA, C. C. 2012. Padrões Espaço-Temporal Pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando Análise Multivariada. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **27**: 423-434.
- AMARAL, A.C.Z., CORTE, G.N., ROSA FILHO, J.S., DENADAI, M.R., COLLING, L.A., BORZONE, C., VELOSO, V., OMENA, E.P., ZALMON, I.R., ROCHA-BARREIRA, C.A., SOUZA, J.R.B., ROSA, L.C. & ALMEIDA, T.C.M. 2016. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, **64**:5-16.
- AKBERALI, H. B. & TRUEMAN, E. R. 1985. Effects of Environmental Stress on Marine Bivalve Molluscs. *Advances in Marine Biology*, **22**:101–197.
- AMARAL, A.C.Z., RIZZO, AE. & ARRUDA, E.P. 2005. *Manual de Identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil*. EDUSP. São Paulo.
- ARAÚJO, M.L.R. & ROCHA-BARREIRA C.A. 2004. Distribuição espacial de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. *Boletim Técnico do CEPENE*, **12**:11-21.
- ARAÚJO, R., BÁRBARA, I., SOUSA-PINTO, I. & QUINTINO, V. 2005. Spatial variability of intertidal rocky shore assemblages in the northwest coast of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **64**:658-670.
- AVIZ, D., SILVA, R. F. & ROSA FILHO, J.S. 2019. *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae): an ecosystem engineer and promoter of zoobenthos diversity in the Brazilian Amazon coast. *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom*, **99**:1099-1109
- AVIZ, D., MELLO, C. F. & SILVA, P. F. 2009. Macrofauna associada às galerias de *Neoteredo reynei* (Bartsch, 1920) (Mollusca: Bivalvia) em troncos de *Rhizophora mangle* Linnaeus durante o período menos chuvoso, em manguezal de São Caetano de Odivelas, Pará (costa norte do Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Ciências Naturais*, **4**:47-55.
- BARROSO, C.X. & MATHEWS-CASCON, H. 2009. Distribuição espacial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **4**:79-86.
- BEASLEY, C.R., FERNANDES, C.M., GOMES, C.P., BRITO, B.A., SANTOS, S.M.L. & TAGLIARO, C.H. 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of northern Brazil. *Ecotropica*, **11**:9-20.

- BEASLEY, C.R., FERNANDES, C.M., FIGUEIRA, E.A.G., SAMAPAI, D.S., MELO, K.R. & BARROS, R.S. 2010. Mangrove infauna and sessile epifauna. In: (U. Saint-Paul & H. Schneider eds). *Mangrove dynamics and management in north Brazil*. pp. 109-123. Bremen.
- BENEDETTI-CECCHI, L. & CINELLI, F. 1997. Spatial distribution of algae and invertebrates in the rocky intertidal zone of the Strait of Magellan: are patterns general? *Polar Biology*, **18**:337-343.
- BERGER, V. J. & KHARAZOVA, A. D. 1997. Mechanisms of salinity adaptations in marine molluscs. *Hydrobiologia*, **355**: 115–126.
- BERRÊDO, J.F. & COSTA, M.L. 2004. Modificações sazonais nas propriedades físico-químicas de manguezais do estuário do Rio Marapanim, Nordeste do Pará. In: VI Workshop ECOLAB, Belém-PA.
- BERRÊDO, J.F., COSTA, M.L. & PROGENSE, M.P.S. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Cajutuba, costa nordeste do Estado do Pará. *Acta Amazonica*. **38**: 473-482.
- BRAGA, C.F., SILVA, R.F., ROSA-FILHO, J.S. & BEASLEY, C.R. 2013. Spatial and temporal changes in macroinfaunal assemblages of tropical saltmarshes, northern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **8**:282-298.
- BRAGA, C.F., MONTEIRO, V.F., ROSA-FILHO, J.S. & BEASLEY, C.R. 2011. Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes. *Wetlands Ecology and Management*, **19**: 257-272.
- BREVES, A. & MORAES, F. 2014. Record of a rock pool malacofauna in a Marine Protected Area in Rio de Janeiro (Brazil). *Strombus*. **21**:1-9.
- BURDON, D., CALLAWAY, R., ELLIOTT, M., SMITH, T. & WITHER, A. 2014. Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **150**: 271–280.
- CARBALLO, J. L., BAUTISTA-GUERRERO, E. & LEYTE-MORALES, G. E. 2008. Boring sponges and the modeling of coral reefs in the East Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, **356**:113 -122.
- CHAPMAN, M. G. 2002. Patterns of spatial and temporal variation of macrofauna under boulders in a sheltered boulder field. *Austral Ecology*, **27**: 11-228.
- CHAPMAN, M. G. 2007. Colonization of novel habitat: Tests of generality of patterns in a diverse invertebrate assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **348**:97-110.
- CHUNG, K.S. 2001. Ecophysiological adaptability of tropical water organisms to salinity. *Revista de Biologia Tropical*, **49**:9-13.

- COUTINHO, R. *et al.*, 2016. Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: Status of knowledge and challenges. *Brazilian Journal of Oceanography*, **64**:27-36.
- COUTINHO, R. 2002. Bentos de Costões Rochosos. In: *Biologia Marinha* (PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A.). pp. 147-157. Interciência, Rio de Janeiro.
- CRUZ-MOTTA, J. J. 2007. Spatial analysis of intertidal tropical assemblages associated with rocky shores in Venezuela. *Ciencias Marinas*, **33**:133-148.
- DAJOZ, R. 1978. *Ecologia geral*. 3. ed., Vozes. Petrópolis,
- DAME, R.F. 2011. *Ecology of Marine Bivalves: an ecosystem approach*. 2nd edition. CRC Press.
- FARIAS, M. & ROCHA-BARREIRA, C. 2012. Population aspects of *Tagelus plebeius* (Mollusca: Bivalvia: Solecurtidae) in the Ceará River estuary, Ceará State, northeast Brazil. *Arq. Ciên. Mar*, **45**:32-39
- FURTADO, L.G. , NASCIMENTO, I., SILVA, M. G. S. & MANESCHY, M.C. 2006. Formas de Utilização dos Manguezais no Litoral do Estado do Pará: caso de Cajutuba e São Caetano de Odivelas. Belém: *Amazônia*, **1**:113-127.
- FURTADO, L. G. & SIMÕES, J. 2002. *Iconografia da pesca ribeirinha e marítima na Amazônia*. Belém: MPEG.
- GARRITY S.D. 1984. Some adaptations of gastropods to physical stress on a tropical rocky shore. *Ecology*, **65**: 559-574.
- GARTON, D. & STICKLE, W.B. 1980. Effects of Salinity and Temperature on the Predation Rate of *Thais haemastoma* on *Crassostrea virginica* Spat. *Biological Bulletin*, **158**:49-57
- GOMES, C.P., BEASLEY, C.R., PEROTE, S.M.O., FAVACHO, A.S., SILVA, L.S., TAGLIARO, C.H., FERREIRA, M.A.P. & ROCHA, R.M. 2010. Quantitative evaluation of gametogenesis in the mangrove mussel *Mytella guyanensis*. *Ecotropica* (Bonn), **16**:125-139.
- GRZELAK, K. & KUKLINSKI, P. 2010. Benthic assemblages associated with rocks in a brackish environment of the southern Baltic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **90**: 115 – 124..
- HAUTON, C. 2016. Physiological responses: Effects of salinity as a stressor to aquatic invertebrates. In *Stressors in the marine environment: physiological and ecological responses; societal implications* (eds. Solan, M. & Whiteley, N. M.) pp. 3–24. Oxford University Press.
- LE HIR, M. & HILY, C. 2005. Macrofaunal diversity and habitat structure in intertidal boulder fields, *Biodiversity and Conservation*, **14**: 233-250.

- LEONEL, R.M.V., MAGALHÃES, A.R.M. & LUNETTA, J.E. 1983 Sobrevivência de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia), em diferentes salinidades. *Boletim Fisiologia Animal. Universidade de São Paulo*, **7**:63-72.
- LITTLE C. 2000. *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford University Press.
- LITTLE, C., WILLIAMS, G.A. & TROWBRIDGE, C.D. 2009. *The biology of rocky shores*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford.
- MARCUS, E. & MARCUS, E. 1962. Studies on Columbellidae. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Universidade de São Paulo, Zoologia* **24**:335-401.
- MATTHEWS-CASCON, H., ROCHA-BARREIRA, C.A. & MEIRELLES, CAO 2011. *Egg masses of some brazilian mollusks*. 1. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica.
- MELO, A.G.C., VARELA, E.S., BEASLEY, C.R., SCHNEIDER, H., SAMPAIO, I., GAFFNEY, P.M., REECE, K.S. & TAGLIARO, C.H. 2010. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oysters (*Crassostrea*). *Genetics and Molecular Biology*, **33**:564-572.
- MELO, M.A.D., SILVA, A.R.B., BEASLEY, C.R. & TAGLIARO, C.H. 2013. Multiplex species-specific PCR identification of native and non-native oysters (*Crassostrea*) in Brazil: a useful tool for application in oyster culture and stock management. *Aquaculture International*, **21**:1325-1332
- MENGE, B. A. & BRANCH, G. M. 2001. Rocky Intertidal Communities. In: *Marine Community Ecology* (ed. M. D. Bertness, S. D. Gaines and M. E. Hay), pp. 221-251. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.
- MERKT, R. E. & A. M. ELLISON. 1998. Geographic and habitat-specific morphological variation of *Littoraria (Littorinopsis) angulifera* (Lamarck, 1822). *Malacologia*, **40**:279-295.
- MONTI, D., FRENKIEL, L. & MOUËZA, M. 1991. Demography growth of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin) (Bivalvia : Veneridae) in a mangrove, in Guadeloupe (French West Indies). *Journal of Molluscan Studies*, **57**:249-257.
- 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 Amazônica*, **35**:207-214.
- MORAIS, G. & LEE, J.T. 2014. Intertidal benthic macrofauna of rare rocky fragments in the Amazon region. *Revista de Biología Tropical*, **62**:69-86.
- MORENO, T. & ROCHA, R. 2012. Ecologia de costões rochosos. *Estudos de Biologia*. **34**:191-201.
- NITTROUER, C. A., CURTIN, T. B. & DEMASTER, D. J. 1986. Concentration and flux of suspended sediment on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, **6**:151-174

- NÓBREGA, P.S.V. & MARTINELLI-LEMONS, J.M. 2016. Composition and spatio-temporal variation in the density of the Brachyura (Crustacea: Decapoda) in the rocky substrates of an Amazonian estuary. *Crustaceana*, **89**:1447-1466.
- OLIVEIRA, V.M. & MOCHEL, F.R. 1999. Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, **12**:75-93.
- PAMPLONA, F.C., PAES, E.T & NEPOMUCENO, A. 2013. Nutrient fluctuations in the Quatipuru river: a macrotidal estuarine mangrove system in the Brazilian Amazonian basin. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **133**:273-284.
- PETEIRO, L. G., WOODIN, S. A., WETHEY, D. S., COSTAS-COSTAS, D., MARTÍNEZ-CASAL, A., OLABARRIA, C. & VÁZQUEZ, E. 2018. Responses to salinity stress in bivalves: Evidence of ontogenetic changes in energetic physiology on *Cerastoderma edule*. *Scientific Reports*, **8**:1-9.
- PEZZUTO, P.R. & ECHTERNACHT, A.M., 1999. Avaliação de impactos da construção da via expressa SC-SUL sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Pelecypoda) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (Florianópolis, SC-Brasil). *Atlântica*, **21**:105-119.
- PRZESLAWSKI, R., DAVIS, A.R. & BENKENDORFF, K. 2005. Synergistic effects associated with climate change and the development of rocky shore molluscs. *Global Change Biology*. **11**:515-522.
- ROSA FILHO, J.S., ALMEIDA, M.F. & AVIZ, D.E.A. 2009. Spatial and temporal changes in the benthic fauna of a macrotidal Amazon sandy beach, Ajuruteua, Brazil. *Journal of Coastal Research*, **SI56**:1823-1827.
- ROSA FILHO, J.S., BUSMAN, D.V., VIANA, A.P., GREGÓRIO, A.M. & OLIVEIRA, D.M. 2006. Macrofauna bentônica de zona entremarés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança-PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, **1**(3):85-96.
- ROSA FILHO, J.S., GOMES, T.P., ALMEIDA, M.F. & SILVA, R.F. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algoadoal Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*, **64**:435-439.
- ROSA FILHO, JS; PEREIRA, LCC; AVIZ, D; BRAGA, CF; MONTEIRO, MC; COSTA, RAM; ASP, NE; BEASLEY, CR. 2018. Benthic Estuarine Assemblages of the Brazilian North Coast (Amazonia Ecoregion). In: *Brazilian Estuaries: A Benthic Perspective*. (Lana, P.C.; Bernardino, A.F. eds). pp.:39-74, Berlin: Springer.
- SALVADOR, L.B., DOMANESCHI, O., AMARAL, A.C.Z., MORGADO, E.H. & HENRIQUES, A.S. 1998. Malacofauna da região entremarés de praias da ilha de São Sebastião (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, **15**(4):1013-1035.

- SANTOS FILHO, C., TAGLIARO, C.H. & BEASLEY, C.R. 2008. Seasonal abundance of the shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia, Teredinidae) in mangrove driftwood from a northern Brazilian beach. *Iheringia. Série Zoologia*, **98**:17-23.
- SANTOS, H.S.S., BEASLEY, C.R. & TAGLIARO, C.H. 2010. Changes in population characteristics of *Mytella falcata* (D'Orbigny, 1846) beds, an exploited tropical estuarine mussel. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36:85-97.
- ST PIERRE, J.I. & KOVALENKO, K.E. 2014. Effect of habitat complexity attributes on species richness. *Ecosphere* (Washington, DC) **5**:1-10.
- STEPHENSON, T. A. & STEPHENSON, A. 1972. *Life between tidemarks on rocky shores*. W. H. Freeman and Company. San Francisco.
- SILVA, R.F., AVIZ, D., CARDOSO, C.A.R. & ROSA FILHO, J.S. 2020. Harvesting the cockle *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818) in the Algodoal-Maiandeuá Island Environmental Protection Area (Pará, Brazil): techniques, bio-ecology of the species and ethnoecological knowledge. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **v90**.
- SILVA, R.S., ROSA FILHO, J.S., SOUZA, S.R. & SOUZA-FILHO, P.W. 2011. Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). *Journal of Coastal Research*, Special Issue **64**:440-444.
- SOARES-GOMES, A., PAIVA, P.C. & SUMIDA, P.Y.G. 2002. Bentos de sedimentos não-consolidados. In: *Biologia Marinha*. (R.C. Pereira, & A. Soares-Gomes, A. eds), pp.127-146. Interciência, Rio de Janeiro.
- 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
- SOUZA-FILHO, P.W.M. 2005. Costa de manguezais de macromarés da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, **23**(4):427-435
- SOUZA-FILHO, P.W.M., SALES, M.E.C., PROUST, M.T.R.C., COSTA, F.R., & SOUZA, L.F.M.O. 2005. Zona Costeira Amazônica: O Cenário Regional e os Indicadores bibliométricos em C e T. In: *Bibliografia da Zona Costeira Amazônica*. Souza-Filho PWM, Cunha ERSP, Sales MEC, Souza LFMO & Costa FR (org.) pp. 9-20. Comissão de Editoração Científica (MPEG), Petrobrás, Pará.
- STEPHENSON, T. A. & STEPHENSON, A. 1972. *Life between tidemarks on rocky shores*. W. H. Freeman and Compan. San Francisco.
- THOMPSON, R. C., CROWE, T. P. & HAWKINS, S. J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, **29**:168-191.
- TOKESHI, M. & ARAKAKI, S. 2012. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. *Hydrobiologia*, **685**: 27-47.

- TOMANEK, L. & HELMUTH, B. 2002. Physiological ecology of rocky intertidal organisms: A synergy of concepts. *Integrative and Comparative Biology*, 42:771-775.
- TURRA, A. & DENADAI, M.R. .2006. Microhabitat use by two rocky shore gastropods in an intertidal sandy substrate with rocky fragments. **Braz J Biol**, 66:351-355
- UNDERWOOD, A. J., CHAPMAN, M. G., COLE, V. J. & PALOMO, M. G. 2008. Numbers and density of species as measures of biodiversity on rocky shores along the coast of New South Wales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366:175-183.
- WILSON, J.G. 1981, Temperature tolerance of circatidal bivalves in relations to their distribution, *Journal of Thermal Biology*, 6(4): 279-286.

APÊNDICE

Apêndice - Lista de táxons de moluscos encontrados na zona entremarés do estuário do rio Cajutuba. Legenda: EPI= epifaunal; END= endofaunal; CAV= escavador; SESS=séssil; SEDENT= sedentário; PERF= perfurador; HERB= herbívoro raspador; FILT= herbívoro filtrador; CARN= carnívoro predador; ECTO= carnívoro ectoparasita; NECR= carnívoro necrófago; DEPT= depositívoro ou comedor de depósitos orgânicos; G.T.= Grupos Tróficos, I.C. = Índice de Constância, CONST= Constantes, FREQ = frequentes, ESPOR= Esporádicas, RARA= Espécies raras nas amostragens * Espécies presente em todos os meses amostrados.

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	HÁBITAT	G.T.	IC	ASSOC. AO SUBSTRATO
CLASSE GASTROPODA						
CYCLONERITIMORPHA	NERITIDAE	<i>Nerita fulgurans</i>	EPI	HERB	RARA	VÁGIL
	NERITIDAE	<i>Vitta virginea</i>	EPI	HERB	FREQ	VÁGIL
	NERITIDAE	<i>Vitta meleagris</i>	EPI	HERB	FREQ	VÁGIL
SORBEOCONCHA	ASSIMINEIDAE	<i>Assiminea succinea</i>	EPI	HERB	RARA	VÁGIL
	CERITHIOPSIDAE	<i>Cerithiopsis</i> sp.	EPI	CARN	RARA	VÁGIL
	TRIPHORIDAE	<i>Triphora</i> sp	EPI	CARN	ESPOR	VÁGIL
	LITTORINIDAE	<i>Littoraria angulifera</i>	EPI	HERB	ESPOR	VÁGIL
	LITTORINIDAE	<i>Littoraria flava</i>	EPI	HERB	RARA	VÁGIL
	NATICIDAE	<i>Natica marochiensis</i>	EPI	CARN	RARA	VÁGIL
	TORNIDAE	<i>Solariorbis schumoi</i>	EPI	DEPT	FREQ	SEDENT
	CASSIDAE	<i>Semicassis granulata</i>	EPI	CARN	RARA	VÁGIL
	EPITONIIDAE	<i>Epitonium</i> sp	EPI	ECTO	RARA	SEDENT
	COLUMBELLIDAE	<i>Parvanachis obesa</i> *	EPI	CARN	CONST	VÁGIL
	COLUMBELLIDAE	<i>Costoanachis sparsa</i> *	EPI	CARN	FREQ	VÁGIL
	COLUMBELLIDAE	<i>Anachis</i> sp	EPI	CARN	RARA	VÁGIL
	FASCIOLARIIDAE	<i>Leucozonia nassa</i>	EPI	CARN	ESPOR	VÁGIL
	NASSARIIDAE	<i>Phrontis vibex</i> *	EPI	NECR	CONST	VÁGIL
	MELONGENIDAE	<i>Pugilina tupiniquim</i>	EPI	CARN	ESPOR	VÁGIL
	MURICIDAE	<i>Stramonita brasiliensis</i>	EPI	CARN	ESPOR	VÁGIL
	MURICIDAE	<i>Thaisella coronata</i> *	EPI	CARN	FREQ	VÁGIL
	OLIVELLIDAE	<i>Olivella minuta</i>	EPI	CARN	RARA	VÁGIL
HETEROBRANCHIA	PYRAMIDELIIDAE	<i>Turbonilla</i> sp	EPI	ECTO	FREQ	SEDENT
HETEROBRANCHIA	AMANTHINIDAE	<i>Iselica globosa</i>	EPI	ECTO	RARA	SEDENT
PULMONATA	ELLOBIIDAE	<i>Melampus coffea</i>	EPI	DEPT	RARA	VÁGIL

CLASSE BIVALVIA						
OSTREOIDA	OSTREIDAE	<i>Crassostrea brasiliana</i>	EPI	FILT	ESPOR	SÉSS
MYTILOIDA	MYTILIDAE	<i>Mytella charruana</i>	EPI	FILT	FREQ	SÉSS
LUCINOIDA	LUCINIDAE	<i>Phacoides pectinatus</i>	END	FILT	RARA	CAV
VENEROIDA	MACTRIDAE	<i>Mulinia cleryana</i>	END	FILT	ESPO	CAV
	TELLINIDAE	<i>Eurytellina cf. lineata</i>	END	DEPT	RAR	CAV
	TELLINIDAE	<i>Eurytellina sp.</i>	END	DEPT	RARA	CAV
	TELLINIDAE	<i>Austromacoma constricta</i>	END	DEPT	ESPOR	CAV
	DONACIDAE	<i>Donax striatus</i>	END	FILT	RARA	CAV
	DONACIDAE	<i>Iphigenia brasiliensis</i>	END	FILT	RARA	CAV
	SOLECURTIDAE	<i>Tagelus plebeius</i>	END	FILT	ESPOR	CAV
	VENERIDAE	<i>Anomalocardia flexuosa</i>	END	FILT	ESPOR	CAV
	VENERIDAE	<i>Leukoma pectorina</i> *	END	FILT	CONST	CAV
	VENERIDAE	<i>Leukoma subrostrata</i>	END	FILT	RARA	CAV
	VENERIDAE	<i>Cyclinella tenuis</i>	END	FILT	RARA	CAV
	PETRICOLIDAE	<i>Petricolaria stellae</i>	END	FILT	RARA	CAV
MYOIDA	CORBULIDAE	<i>Caryocorbula swiftiana</i>	END	DEPT	RARA	CAV
	MYIDAE	<i>Sphenia fragilis</i>	EPI	FILT	RARA	SESS
	PHOLADIDAE	<i>Cyrtopleura costata</i>	END	FILT	RARA	CAV
	PHOLADIDAE	<i>Martesia striata</i>	END	FILT	RARA	PERFUR

6 – CAPÍTULO II:

ECOLOGIA POPULACIONAL DO BIVALVE *Leukoma pectorina* (LAMARCK, 1818) (BIVALVIA: VENERIDAE) EM UM ESTUÁRIO DA COSTA AMAZÔNICA

Resumo O sarnambi *Leukoma pectorina* é um bivalve infaunal com ampla distribuição ao longo da costa brasileira e representa um importante recurso para a subsistência e fonte de renda para comunidades litorâneas no Norte do Brasil. Esse bivalve é uma espécie com várias citações em registros taxonômicos de comunidades macrobentônicas, embora informações científicas de caráter populacional na costa amazônica sejam bastante restritas para essa espécie. Nesse sentido, esse estudo teve a finalidade de analisar a variação temporal da densidade (entre meses e períodos climáticos: seco versus chuvoso) e parâmetros populacionais, tais como padrão de recrutamento, taxas de crescimento e mortalidade e produção secundária desse bivalve. Para tanto, amostragens mensais (abril/2012 a abril/2013) foram realizadas numa área amostral do mediolitoral (200 x 200 m) dividida em duas zonas com dimensões equivalentes (100 x 200 m), sendo uma superior e outra inferior. Em cada mês e zona, foram obtidas aleatoriamente seis amostras de substrato, utilizando-se um delimitador quadrado de 0,25m de lado (0,0625 m²). Em laboratório os bivalves passaram por lavagem, triagem e morfometria da concha em comprimento antero-posterior (CAP), e pesagem para coleta de dados de biomassa e produção. Para testar a variação mensal da densidade e testar a hipótese de maior densidade no período seco, análises de variância (ANOVAs) foram empregadas. Para a análise de crescimento e padrão de recrutamento foram construídas distribuições de frequências de comprimento mensais em classes de 1 mm. Os parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy foram obtidos com a rotina Elefan do Pacote Fisat II. A taxa de mortalidade e a produção secundária foram obtidas utilizando-se, respectivamente a curva de captura convertida para o crescimento contida no pacote Fisat e o método da taxa de crescimento específico em massa. Os resultados mostraram que, ao contrário do esperado, *Leukoma pectorina* não apresentou variação na densidade entre meses ou períodos climáticos, alcançando alta densidade média (521 ± 43 ind.m⁻²). Acentuados eventos de recrutamento, associados a altos valores dos parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} : 44 mm e K: 1,60 ano⁻¹), de performance de crescimento (5,15) e de produção secundária (110 g MSLC m⁻² ano⁻¹) reforçam que as condições ambientais do estuário caracterizadas por baixa hidrodinâmica substrato areno-lodoso com cascalho são favoráveis ao desenvolvimento dessa população. Nesse sentido, o valor do índice de performance de crescimento, quando comparado com dois outros venerídeos foi o segundo maior obtido até o momento quando comparado aos estimados para populações desses outros venerídeos da costa sul do Atlântico. Baixa expectativa de vida, alto P/B e alta mortalidade são frequentes em populações tropicais como a estudada. Entretanto, a magnitude desses valores estimados para esses parâmetros de *L. Pectorina*, 1 ano, 3,13 ano⁻¹ e 4,18 ano⁻¹, respectivamente, parecem refletir um efeito seletivo de pesca sobre os indivíduos intermediários e principalmente maiores da população. Os resultados aqui gerados, particularmente quanto a densidade e a produção secundária, demonstram a importância social e ecológica dessa população na região.

Palavra-chaves: *Leukoma pectorina*, dinâmica populacional, produção secundária

6.1– INTRODUÇÃO

Veneridae é umas famílias mais diversas dentre os Bivalvia, cujos representantes vivem em ecossistemas do entremarés e águas rasas, como manguezais, praias arenosas, planícies de maré e estuários (DENADAI *et al.*, 2006; RIOS, 2009). Esses organismos frequentemente alcançam altos valores de densidade e produção secundária, e são utilizados como alimento por uma ampla gama de organismos, como crustáceos, equinodermos, peixes e aves (AMARAL *et al.*, 2005; TURRA *et al.*, 2014; CORTE *et al.*, 2017). Ademais, muitas espécies de venerídeo sustentam pesca artesanal que possui importante papel socioeconômico em comunidades litorâneas, particularmente em países em desenvolvimento da América Latina, como o Brasil (DEFEO *et al.*, 2013).

Devido ao fácil acesso ao entremarés e o baixo custo operacional da pesca artesanal, bivalves comestíveis, incluindo venerídeos, estão sujeitos a sobrepesca e a outros estressores de efeito local (e.g. perda de habitat) e de larga escala (e.g. mudanças climáticas) (DEFEO *et al.*, 2013). O efeito combinado desses estressores podem ter efeito dramático nas populações de bivalves, levando ao colapso das mesmas (McLACHLAN *et al.*, 1996; DEFEO *et al.*, 2013). Considerando a importância socioeconômica e ecológica desses recursos, planos de manejo devem ser implementados para a conservação dos mesmos. Uma etapa fundamental para permitir o manejo adequado do macrobentos consiste no estudo da dinâmica populacional desses recursos. Entretanto, a afirmação de mais de duas décadas de McLachlan *et al.* (1996) segunda a qual bivalves do entremarés alvos de pesca não são particularmente bem estudados, e em muitos casos dados de recrutamento, tamanho do estoque, taxa de mortalidade e crescimento são ausentes, ainda se aplica ao venerídeo *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818).

Leukoma pectorina ocorre no Caribe e na maior parte da costa do Brasil (Pará a Santa Catarina: RIOS, 2009). Esse suspensívoro é típico da zona entremarés e infralitoral raso de baías e enseadas e estuários, onde vive superficialmente enterrado em substrato arenoso e areno-lodoso com cascalho (GUERÓN e NARCHI, 2000; DENADAI *et al.*, 2006) (Figura 9). Em contraste com os diversos estudos relativos a aspectos da dinâmica populacional de outros venerídeo comestíveis, particularmente *Anomalocardia flexuosa* no sul e sudeste do Brasil (BOEHS *et al.*, 2008; CORTE *et al.*, 2017) e *Tivela mactroides* no sudeste do Brasil e, principalmente na Venezuela (MENDONZA e MARCANO, 2000; TURRA *et al.*, 2014, 2015, 2016), informações sobre *L. pectorina* são bastante restritas. Essas são relativas a anatomia (GUERÓN e NARCHI, 2000), ocorrência em comunidades (BOEHS *et al.*, 2004; BEASLEY

et al., 2005) e a características etnológicas da pesca e bioecológicas desse bivalve (SILVA *et al.*, 2020).

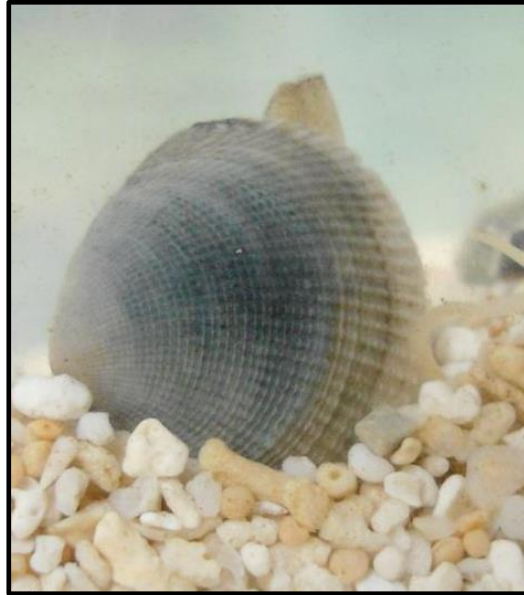


Figura 9: *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818) da zona entremarés do estuário do Rio Cajutuba, Marapanim-PA.

Considerável parte dos estudos a respeito de *L. pectorina* são provenientes da costa norte do Brasil, particularmente no estado do Pará, onde esse bivalve pode alcançar altos valores de densidade (SANTOS e AVIZ, 2018; SILVA *et al.*, 2020). Dentre esses, um recente estudo realizado na Ilha de Algodal-Maiandeuá (0° 34'S), com dados coletados em campo e etnoecológicos (entrevista com marisqueiras), indicou maior densidade, biomassa corporal e índice de condição da espécie durante o período seco (SILVA *et al.*, 2020). Apesar do caráter pontual temporal, os padrões encontrados para *L. pectorina*, concordam com observados para outros bivalves da costa Amazônica, incluindo o venerídeo *Anomalocardia flexuosa* (BEASLEY *et al.*, 2005; ROSA FILHO *et al.*, 2018).

A pesca artesanal desse bivalve na costa Amazônica ocorre há várias décadas e segundo os pescadores o estoque desse recurso tem diminuído na última década (SILVA *et al.*, 2020). Considerando a ampla distribuição desse bivalve, sua importância ecológica e socioeconômica na costa amazônica (SILVA *et al.*, 2020) dados sobre a ecologia desse venerídeo são relevantes para subsidiar a conservação desse recurso biológico. No intuito de preencher essa importante lacuna, um amplo estudo foi realizado para avaliar, pela primeira vez, a estrutura e a dinâmica populacional de *L. pectorina*. Especificamente avaliou-se variação temporal da densidade, a

estrutura de tamanho, taxas de crescimento e mortalidade e a produção somática de *Leukoma pectorina* em um estuário da costa Amazônica.

6.2 – MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1. Área de estudo

A região de estudo está localizada na Vila de Camará (00° 35'4" S e 47° 41' 27" W), uma pequena comunidade no município de Marapanim, estado do Pará (Brasil) (Figura 1). A localidade é banhada pelo estuário do rio Cajutuba, que possui sua planície bordejada por extensas florestas de manguezais, praias arenosas e planos lamosos, sendo comum a presença de fragmentos rochosos aflorantes. As áreas de fragmentos rochosos (arenito laterinizado) da região são compostas por misturas de substrato não consolidado (areia e lama) e elementos consolidados (cascalho, calhau e matacões) (dados do autor).

A região é dominada por regimes de macromarés semi-diurnas, com amplitudes entre 3,5 m (marés de quadraturas) e 6 (marés de sizígia) (BERRÊDO e COSTA, 2004). O clima é tropical quente e úmido (temperatura média de 27,7 °C e umidade do ar entre 80 e 85 %) e com variação marcante da precipitação ao longo do ano (MARTORANO *et al.*, 1993). A precipitação total média é da ordem 3400 mm/ano, com meses de altos índices (máximas de 606 mm) no período chuvoso (janeiro a junho) e menores (máximo de 22 mm) no período seco (julho a dezembro) ou menos chuvoso (AMANAJÁS e BRAGA, 2012).

6.2.2. Procedimentos de campo

As coletas foram realizadas mensalmente de abril de 2012 a março de 2013. Uma área de 200m x 200m no médiolitoral foi delimitada e como forma de espacializar duas zonas de iguais extensões (100m x 200m) foram estabelecidas: zona superior, porção mais próxima ao limite de preamar e com maiores períodos de emersão; e a inferior a mais próxima da linha de maré baixa. Em cada mês e por zona, foram obtidas aleatoriamente, seis amostras de substrato, utilizando-se um delimitador de PVC (25 x 25 cm). O substrato foi retirado até 10 cm de profundidade e posteriormente lavado com malha de 1 mm e fixadas em álcool 70%.

Paralelo à coleta biológica, foram mensurados na linha d'água durante a maré vazante a temperatura e salinidade. Dados de pluviosidade para o período de estudos foram obtidos junto a estação meteorológica da Agência Nacional de Águas (ANA), situada em Marapanim.

6.2.3. Procedimento laboratoriais

Em laboratório, os organismos foram triados sob estereomicroscópio, sendo todos os espécimes de *Leukoma pectorina*, quantificados e mensurados quanto ao comprimento da concha (maior distância no sentido ântero-posterior), com um paquímetro com precisão de 0,01 mm.

Em laboratório, os organismos foram triados sob estereomicroscópio, sendo todos os espécimes de *Leukoma pectorina*, quantificados e mensurados quanto ao comprimento da concha (maior distância no sentido ântero-posterior), com um paquímetro com precisão de 0,01 mm. Para a obtenção da massa seca livre de cinzas (MSLC), utilizada para o cálculo da biomassa e produção secundária, indivíduos de diferentes classes de comprimento foram secos por 48 horas na estufa e pesados, obtendo-se assim a massa seca (MS). Posteriormente a massa das cinzas (MC) foi obtida através da calcinação dos mesmos indivíduos em forno mufla durante 4 horas a 500 °C. A MSLC foi obtida pela subtração da massa seca (MS) pela massa das cinzas (MC).

6.2.4. Análise de dados

Estrutura populacional

Para analisar a variação temporal da densidade (meses e períodos) de *L. pectorina* análises de variância (ANOVAs) foram empregadas. Para avaliar os pressupostos de homocedasticidade e de normalidade da ANOVA foram utilizados os testes Cochran e de Shapiro-Wilk, respectivamente. Os dados foram log-transformados para alcançar as suposições da ANOVA. O padrão de recrutamento (contínuo ou sazonal) será avaliado a partir da presença mensal de recrutas (1-5 mm) nas distribuições mensais de frequência de comprimento (DFCs). Uma relação entre a densidade e a salinidade utilizando os dados mensais foi avaliada.

Crescimento, Expectativa de Vida e Mortalidade

Os parâmetros de crescimento da população serão determinados pela análise mensal das distribuições de frequências de comprimento (DFC) discriminadas e agrupadas em classes de tamanho de 1 mm de comprimento de concha. Para a análise do crescimento será utilizada a rotina Elefan do pacote FISAT baseado na curva de von Bertalanffy (VB) modificada para oscilação sazonal no crescimento (GAYANILO, *et al.* 1996) de acordo com a seguinte equação:

$$L_t = L_\infty \left\{ 1 - e^{[k(t-t_0) - KC/2\pi * \text{sen}2\pi(t-WP + 0.5) + KC/2\pi * \text{sen}2\pi(t_0 - WP + 0.5)]} \right\}$$

onde L_t é o comprimento na idade t , L_∞ é o comprimento máximo teórico alcançado pela população, K é o parâmetro de curvatura, C é a constante da amplitude da oscilação sazonal do crescimento, t_0 é a idade no comprimento zero e WP é o período (expresso como uma fração decimal do ano) onde o crescimento é mais lento.

O índice de performance de crescimento (P: Pauly, 1979), que indica a intensidade de crescimento da população, foi obtido pela fórmula: $P = \log(K(L_\infty^3))$. Um *grid* auximétrico que consiste num gráfico de dispersão entre $\log K$ e $\log L_\infty^3$ foi elaborado para comparar a performance de crescimento de *Leukoma pectorina* com populações dos também venerídeos *Tivela mactroides* e *Anomalocardia flexuosa*. A expectativa de vida foi estimada a com a equação inversa de VB baseado em dois critérios a partir do comprimento que contém 99% da população ($L_{99\%}$) (SPARRE *et al.*, 1989). A taxa instantânea de mortalidade (Z) foi calculada com base na curva de captura convertida para o comprimento fornecida programa FISAT II (GAYANILO *et al.* 1996, 2005). Nesse caso Z é estimado a partir do modelo exponencial negativo, $N_i/\Delta t_i = N_0 e^{-Zt_i}$, onde: N_0 é número de indivíduos no tempo zero; N_i é número de indivíduos da classe de comprimento i , Δt_i é o tempo necessário para o crescimento ao longo da classe de tamanho.

Relação Massa – Comprimento, biomassa, produção e taxa de renovação

A relação entre o comprimento e a massa seca livre de cinzas foi estimada através da função potencial $M = a C^b$, onde M é peso individual em massa seca livre de cinzas (g MSLC), C é o comprimento da concha na classe de tamanho (mm); a e b são constantes. A biomassa populacional em cada amostragem foi estimada a partir do número de indivíduos em cada classe de tamanho e a relação massa – comprimento.

A produção secundária foi obtida pelo método da taxa de crescimento específica em massa (CRISP, 1984; BREY, 2001) computador por: $P = \sum f_i \cdot M_i \cdot G_i$, onde f_i é o número de

indivíduos da classe de tamanho i ; G_i é a taxa de crescimento específico em massa da classe i ; M_i é o massa média individual da classe de tamanho i , obtida a partir da relação massa-comprimento. A taxa G_i foi obtida a partir da equação: $G_i = b \cdot K \cdot [(L_\infty/L_i)^b - 1]$, onde b é o expoente da relação massa-comprimento, K e L_∞ são parâmetros da função de von Bertalanffy, e L_i é o comprimento médio na classe de comprimento i . A taxa de renovação (razão P/B) que expressa a relação entre a produção anual e a biomassa média anual foi obtida pela razão entre essas variáveis.

6.3 – RESULTADOS

A densidade média de *Leukoma pectorina* [$521 \pm 43 \text{ ind.m}^{-2}$ ($\pm \text{EP}$)] variou entre 238 ± 19 (abril/2013) e $809 \pm 170 \text{ ind.m}^{-2}$ (janeiro) (Figura 10). Apesar dos picos de densidade registrados em outubro e janeiro não foram identificadas diferenças significativas entre meses ($F_{12,143} = 1,60$, $p > 0,05$). Similarmente, não foi verificada diferença significativa na densidade entre períodos climáticos ($F_{1,1} = 0,80$, $p > 0,05$). Não foi observada relação significativa entre densidade mensal e salinidade ($r = 0,1$, $n = 13$, $p > 0,05$).

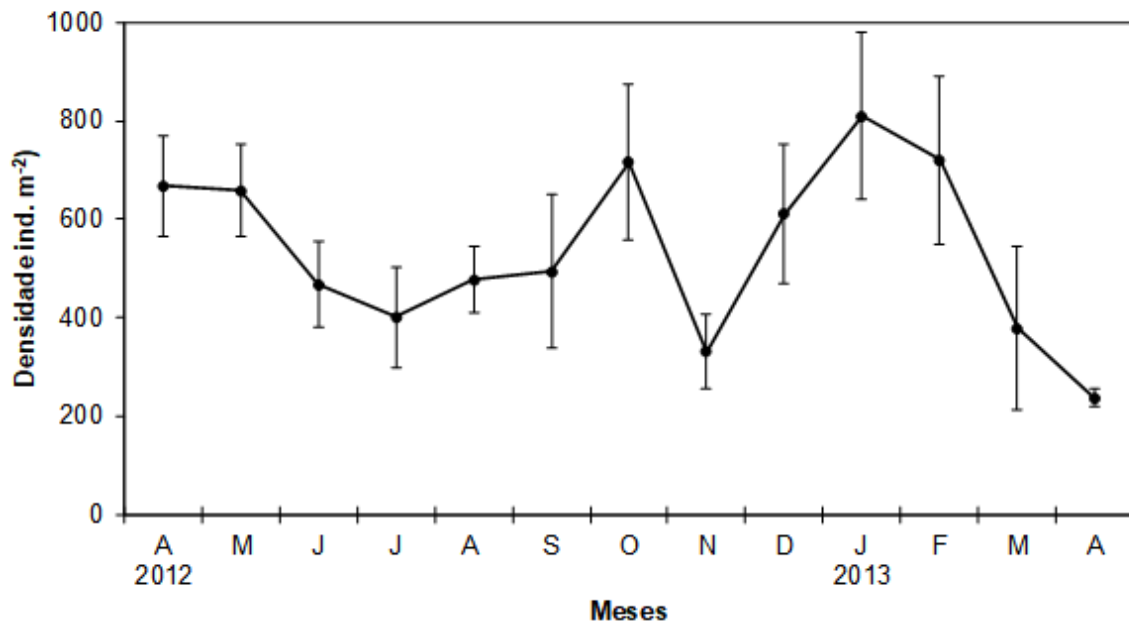


Figura 10: *Leukoma pectorina*: Variação mensal da densidade entre o período de abril de 2012 a abril de 2013.

O comprimento da concha dos indivíduos de *L. pectorina* variou entre 1 a 42 mm (Figura 3). Recrutas foram amostrados ao longo de todos os meses amostrais principalmente entre setembro a fevereiro com destaque para setembro e outubro e, em menor grau, entre dezembro a fevereiro. A coorte do mês de abril de 2012 composta por um grande número de indivíduos com moda entre 12 e 13 mm foi utilizada para estimar os parâmetros de crescimento de von Berlanffy (Figura 11). Essa coorte provavelmente recrutou em janeiro de 2012, alcançou altos comprimentos e um número reduzido cerca de um ano depois do recrutamento (dezembro e janeiro de 2013).

A curva de crescimento de von Bertalanffy não apresentou oscilação sazonal ($C=0$). Os parâmetros de crescimento L_{∞} (44,00 mm) e K ($1,60 \text{ ano}^{-1}$) resultaram em um índice de performance de crescimento (P) de 5,13. A expectativa de vida, calculada com base no comprimento de $L_{99\%}$ (35 mm) foi estimada em 1,00 ano. Considerando a acentuada diferença coeficiente angular ($b = Z$) do modelo exponencial negativo dos indivíduos menores ($Z = 1,09 \text{ ano}^{-1}$) e maiores/mais velhos ($Z = 7,26 \text{ ano}^{-1}$) duas estimativas de Z foram obtidas. A taxa Z populacional foi estimada a partir da média entre esses dois valores ($Z = 4,18 \text{ ano}^{-1}$) (Figura 12) (sensu Brey, 1986, 2001). Esse último valor foi próximo da estimada segunda a curva de comprimento convertida para o comprimento considerando toda a população ($4,50 \text{ ano}^{-1}$).

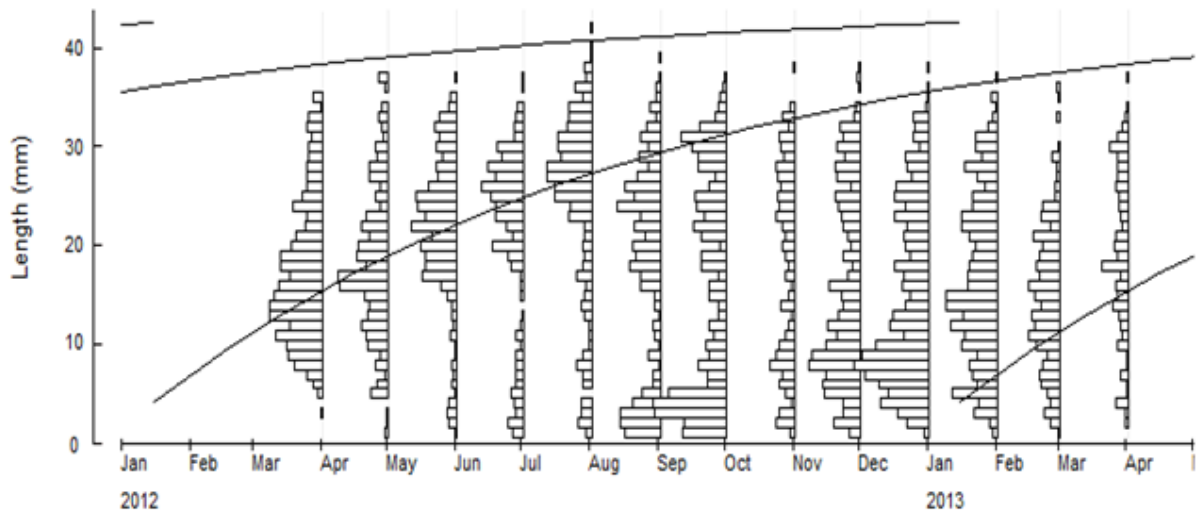


Figura 11: *Leukoma pectorina*. Distribuições de frequência de comprimento mensais e curva de crescimento da função de von Bertalanffy durante o período de abril de 2012 a abril de 2013.

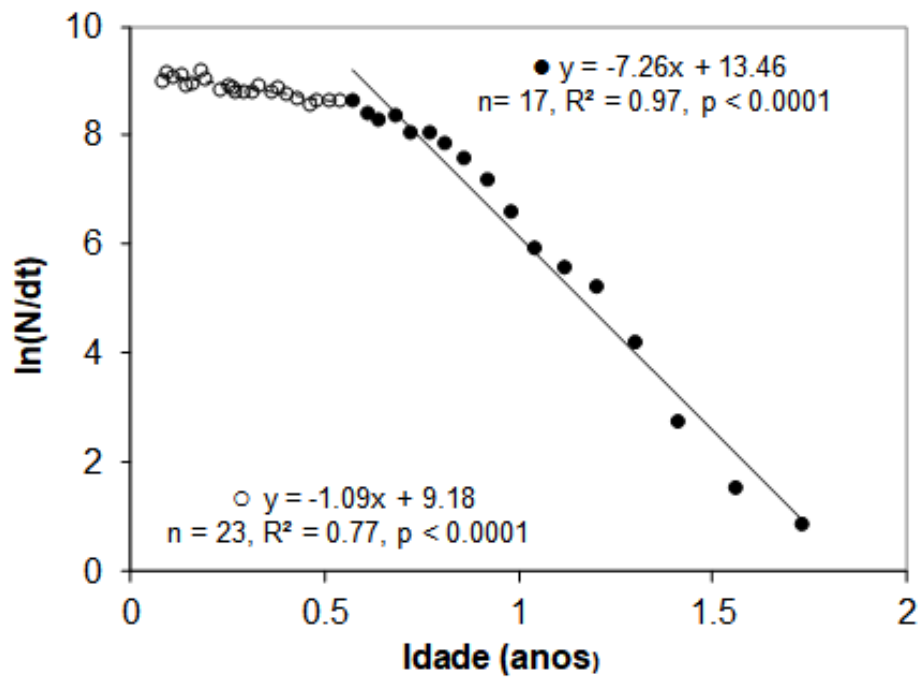


Figura 12: *Leukoma pectorina*. Regressões obtidas para indivíduos menores (círculo aberto: $Z = 1,09$ ano⁻¹) e maiores (círculo fechado: $Z = 7,26$ ano⁻¹) utilizando o método da curva convertida para o comprimento.

A relação potencial entre a massa das partes moles de *L. pectorina* e o comprimento da concha foi forte e altamente significativa (Figura 13). A biomassa média anual de *L. pectorina* foi estimada em $34,97 \pm 0,14$ g MSLC m⁻², variando entre 15,79 (março/2013) a 53,64 g MSLC m⁻² (agosto/2012). A produção anual foi estimada em 109,48 g MSLC m⁻² ano⁻¹, variando entre 5,38 (março/2013) a 12,46 g MSLC m⁻² ano⁻¹.

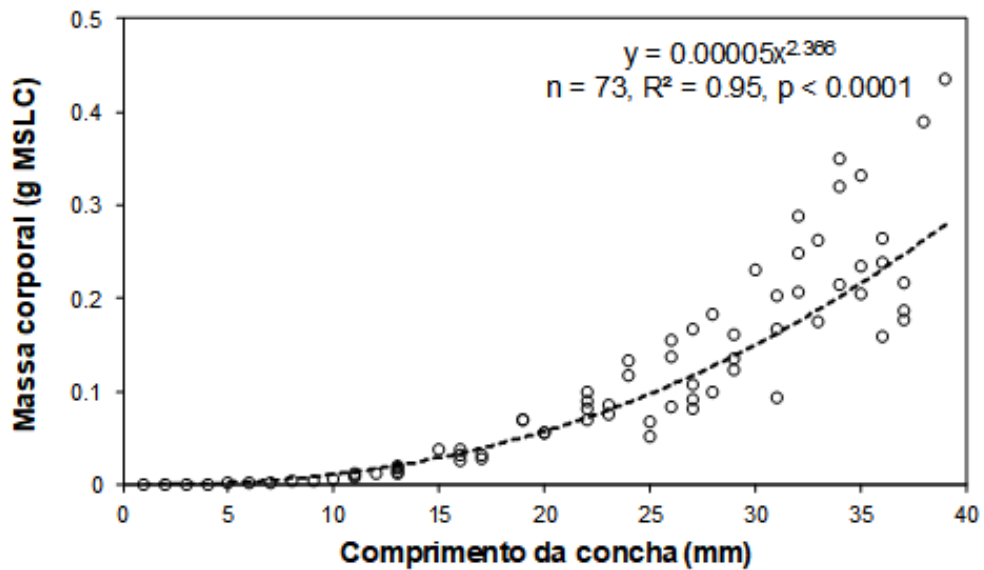


Figura 13: *Leukoma pectorina*. Relação potencial entre a massa corporal das partes moles e o comprimento da concha.

De uma forma geral, a densidade ao longo das diferentes classes de tamanho não variou marcadamente ($\sim 16 \text{ ind. m}^{-2}$), com exceção dos indivíduos pertencentes as classes maiores que apresentaram diminuição expressiva a partir de indivíduos com 31 mm. Em contraste, a produção apresentou picos acentuados, com metade da produção gerada pelos organismos de comprimento intermediário (18 a 28 mm) (Figura 14A). Similarmente a produção individual anual das diferentes classes de tamanho foi maior entre as classes de 24 a 26 mm (Figura 14B).

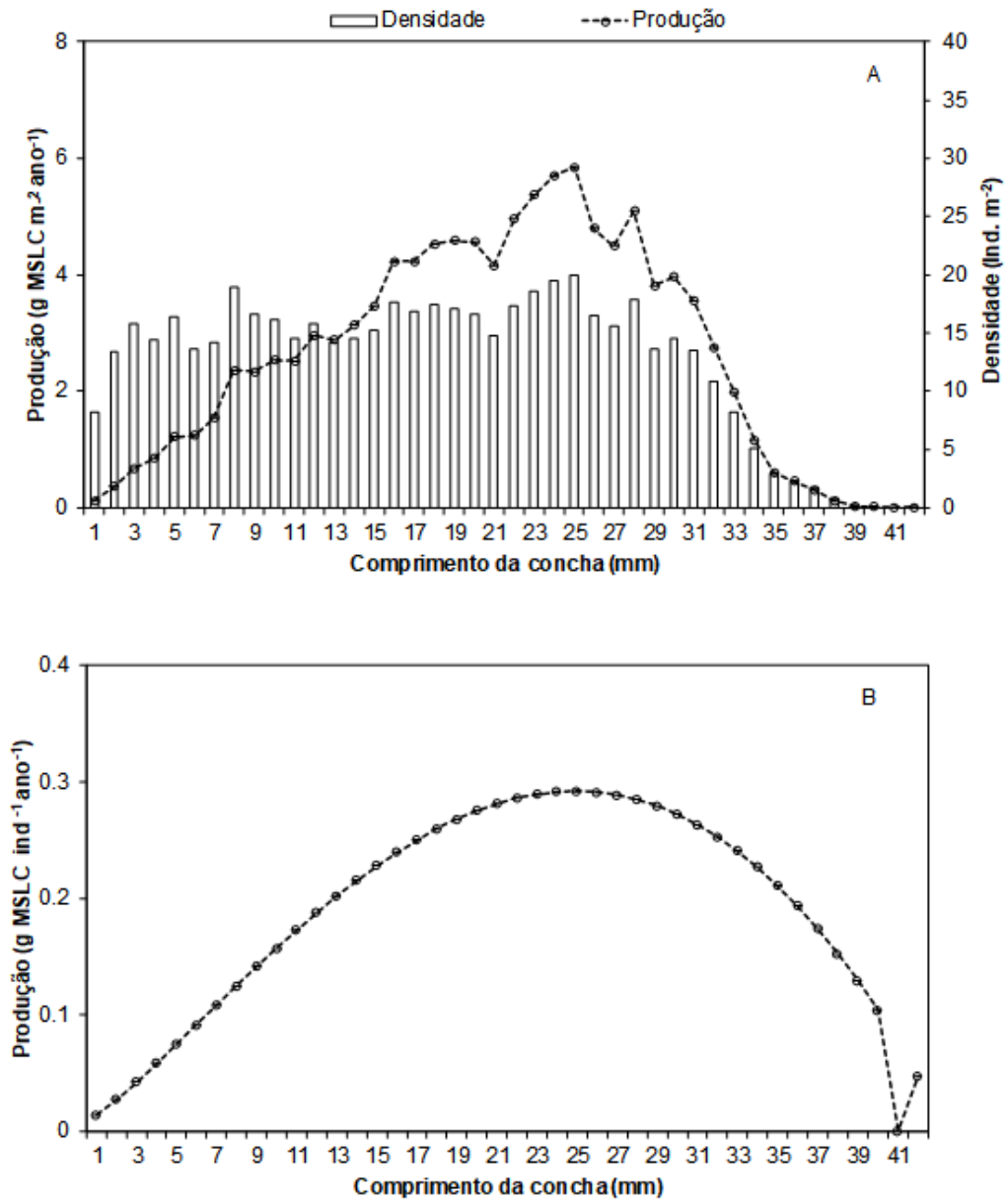


Figura 14: *Leukoma pectorina*. (A) Produção anual e densidade média anual e (B) produção individual anual nas diferentes classes de tamanho.

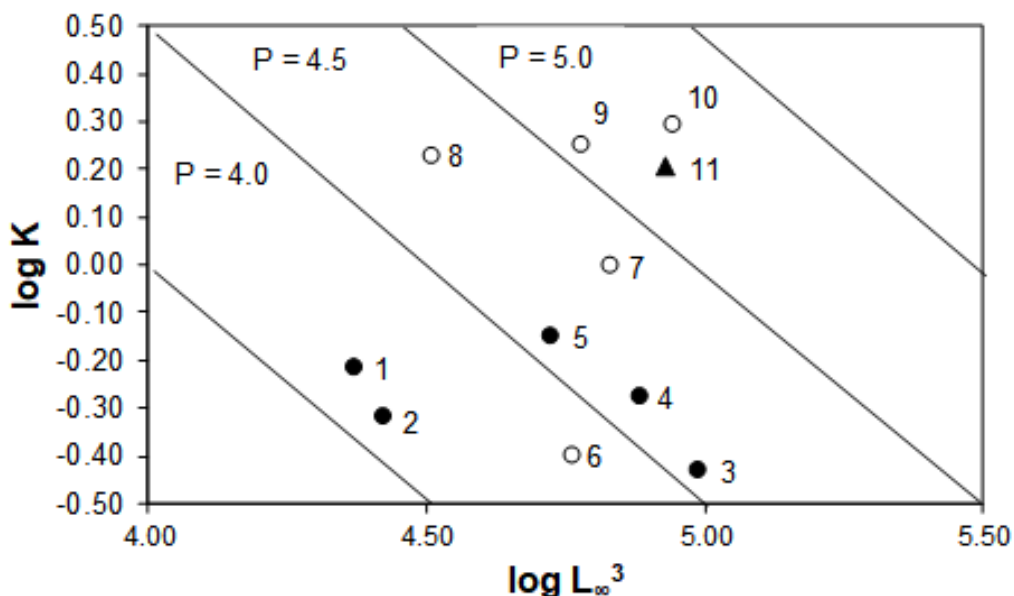


Figura 15: Grid auximétrico com dados de índice de performance de crescimento (P) de três espécies de venerídeos obtidos a partir da tabela. Círculo fechado: *Anomalocardia flexuosa*: 1 e 2: Rodrigues et al. (2013); 3: Corte et al., (2017); 4: Corte et al., (2014, 2015); 5: Mattos e Cardoso (2012); círculo aberto: *Tivela mactroides*: 6 e 7 (Turra et al., 2014); 8 Tata e Prieto (1991); 9: Mendonza e Marcano (2000); 10: Arrieche e Prieto (2006); triângulo: 11: *Leukoma pectorina*: presente estudo.

6.4 – DISCUSSÃO

A variação temporal da densidade de bivalves do entremarés é geralmente atribuída a fatores ambientais, antrópicos e a interações biológicas, com destaque para variação da salinidade, particularmente em estuários, pesca, competição interespecífica, recrutamento, entre outros (e.g. BEASLEY et al., 2005; TURRA et al., 2014; McLACHLAN e BROWN, 2006).

A relação não significativa entre salinidade e densidade no presente estudo minimiza os efeitos das variações de salinidade na densidade de *L. pectorina*, pelo menos na faixa de variação registrada (entre 7 e 40). Mesmo em baixas salinidades, como a de abril de 2012 (15) e janeiro de 2013 (16), *L. pectorina* alcançou altos valores de densidade (médias de 668 ind.m⁻² e 809 ind. m⁻² respectivamente), inclusive com a presença expressiva de recrutas em janeiro de 2014. De fato, acentuados eventos de recrutamento ocorreram tanto durante o período seco (setembro/outubro/dezembro), quanto no período chuvoso (janeiro/fevereiro). Esses resultados reforçam que essa espécie é eurihalina e suporta acentuadas variações de salinidade.

Por outro lado, a densidade mínima em abril 2013 (média de 238 ind.⁻²), coincidiu com o menor valor de salinidade registrado no período de estudo (7). Apesar de ser um dado pontual

temporalmente e não existir dados de tolerância de osmorregulação para *L. pectorina*, ainda assim podemos sugerir um possível efeito da baixa salinidade nesse bivalve. Características semelhantes foram observadas por Monti *et al.* (1991) em *A. brasiliiana* (= *A. flexuosa*), que teve baixa sobrevivência em salinidade menor 17. Segundo Silva *et al.* (2020), as marisqueiras que atuam na pesca de *L. pectorina*, relatam ser comum a redução do estoque desse bivalve durante o período chuvoso. Assim, avaliações do efeito de baixos valores de salinidade conjuntamente com informações dos estoques e da exploração de *L. pectorina* são necessários para avaliar os principais reguladores da variação temporal desse importante recurso que tem importante papel socioeconômico e ecológico na região.

Leukoma pectorina apresentou recrutamento contínuo, típico de macrobentos de região tropical (DEFEO e McLACHLAN, 2005). Indivíduos com comprimento entre 1 e 5 mm foram presentes em todos os meses do ano.

A alta densidade média de *L. pectorina*, na planície de maré estuarina estudada confirma que esse tipo de ambiente, comum na costa amazônica, caracterizado por baixa hidrodinâmica e com substrato areno-lodoso com cascalho, é bastante propício para o desenvolvimento desse bivalve (sensu GUERÓN e NARCHI 2000; DENADAI *et al.*, 2006). De fato, a ausência/escassez de estudos populacionais e mesmo em estudos de comunidades em outras regiões, sugerem que esse recurso biológico não é tão abundante ao longo de sua distribuição geográfica, como na costa norte brasileira. Apesar dos dados pontuais temporalmente, Silva *et al.*, (2020) estimaram a densidade média de *L. pectorina* a partir de duas amostragens mensais ao longo de um ano, em mais de 900 ind.m⁻² na Ilha de Algodoal-Maiandeuá, próximo ao local do presente estudo.

A densidade média anual da população aqui estudada foi semelhante a mediana (458 ind.m⁻²) das estimativas do conjunto de dados de populações de venerídeos comestíveis ao longo da costa do Atlântico. Além disso, quando considerada a ampla extensão da distribuição de *L. pectorina* no entremarés do estuário com regime de macromarés estudado (~100 m), a abundância expressa em metro linear (ind.m⁻¹) alcança valores bastante expressivos. De fato, espécies de venerídeos podem alcançar valores bastante altos de densidade decorrentes do sucesso no recrutamento (ver tabela 6) (Turra *et al.*, 2014).

Altos valores de parâmetros de crescimento K e L_∞ foram estimados para *L. pectorina*. O maior indivíduo amostrado (42 mm) e o valor de L_∞ (44 mm) foram próximos ao maior comprimento registrado para essa espécie (44 mm: Rios, 2009). Esse comprimento pode ser

considerando particularmente alto quando considerando que populações tropicais alcançam comprimento menores do que seus correspondentes de maiores latitudes (DEFEO E MCLACHLAN, 2005). Da mesma forma o parâmetro de curvatura, ou seja, a velocidade que o L_{∞} é alcançado também foi alto (ver tabela 6). Embora esses parâmetros L_{∞} e K sejam inversamente relacionados, tais valores resultam em um alto valor de índice de performance de crescimento (ver a seguir), indicando que o estuário no qual foi realizado o presente estudo é bastante favorável ao desenvolvimento dessa espécie.

O alto valor de K e o baixo valor do $L_{99\%}$ (35 mm), esse último devido à escassez de indivíduos maiores, conduz à uma baixa expectativa de vida. A duração da coorte bem representada em abril de 2012, provavelmente recrutada em janeiro e que apresenta poucos indivíduos com grande comprimento um ano após (dezembro 2012 e janeiro 2013), sustenta essa baixa expectativa de vida de cerca de um ano.

Devido a clara e acentuada diferença entre a taxa de mortalidade (Z) de indivíduos com tamanhos menores e maiores (Figura 12), estimativas de Z foram obtidas separadamente para esses dois componentes populacionais. O baixo valor de Z dos indivíduos menores ($1,09 \text{ ano}^{-1}$) indica baixa mortalidade pós recrutamento, provavelmente associada a um ambiente favorável do ponto de vista da hidrodinâmico e principalmente ausência ou escassez de pesca. Por outro lado, o acentuado valor de Z ($> 7 \text{ ano}^{-1}$) de organismos maiores da população (>27 mm) é muito provavelmente decorrente de pesca. De acordo com Silva *et al.* (2020), as marisqueiras que atuam na região não retiram organismos menores dos bancos desse bivalve e a média da concha dos capturados é de cerca 27 (SE 5,5) mm, o que justificaria a diferença na taxa Z . Embora populações tropicais apresentem maior taxa de mortalidade em relação aos seus correspondentes de regiões subtropical e temperada, uma taxa dessa magnitude sugere, além do efeito da alta temperatura, um efeito de pesca (DEFEO & McLACHLAN, 2005). A média dessas duas estimativas ($4,18 \text{ ano}^{-1}$) é bastante próxima aquela obtida para toda a população através do método da curva de comprimento convertida para o comprimento, fornecendo confiabilidade a estimativa de Z obtida a partir da média das duas estimativas.

Leukoma pectorina apresentou alta biomassa, produção e razão P/B. A alta biomassa é decorrente da alta densidade e da considerável massa individual de *L. pectorina*. Alta produção é devido a alta biomassa e ao rápido crescimento da população. Os altos valores de produção dos indivíduos intermediários (18-28 mm), responsáveis pela metade da produção populacional mostra a importância desses na população. Mesmo indivíduos pertencentes a classes maiores

(e.g. 30 mm) com densidade um pouco inferior apresentam produção bem inferior do que indivíduos intermediários de classes intermediárias (25 mm). A alta produção individual de indivíduos em classes próximas a 25 mm é devido a considerável biomassa individual e a alta taxa de crescimento específico (G) (Figura 14, A, B).

Considerando que não existem dados de dinâmica populacional e produção disponíveis para *L. pectorina* os mesmos são aqui comparados com populações outras de espécies de venerídeos, principalmente *Tivela mactroides* e *Anomalocardia flexuosa* estudados na costa do Brasil, e Venezuela (Tabela 6). Embora o tipo de ambiente e diferentes fatores abióticos entre eles, hidrodinâmica e temperatura (latitude) e antrópicos (e.g., pesca), influenciam fortemente os parâmetros populacionais alguns padrões emergem a partir dos dados da tabela 6. O índice de performance de crescimento (P) *Leukoma pectorina* foi o menor ao valor estimado para uma população de *Tivela mactroides* na costa da Venezuela (ARRIECHE & PRIETO, 2006) (Tabela 6 e Figura 15). De fato, os valores de *L. pectorina* se aproximam mais de *Tivela mactroides*, do que de *Anomalocardia flexuosa*, particularmente em região tropical, com valor de P próximo a 5. Por outro lado, *Anomalocardia flexuosa* alcança geralmente valores menores de performance de crescimento do que os demais venerídeos considerados. Isso ocorre particularmente para populações tropicais dessa espécie (Tabela 6).

Leukoma pectorina apresentou produção geralmente superior as demais populações. Entretanto, a produção foi geralmente da mesma ordem de magnitude das estimadas para *Tivela mactroides* no sudeste do Brasil e na Venezuela (Table6). A razão P/B foi a maior até agora estimada para um venerídeo, sendo mais de cinco vezes superior as estimadas para *Anomalocardia fleuxuosa* em região subtropical (Corte *et al.*, 2014, 2017). Similarmente a taxa de mortalidade de *L. pectorina* foi a maior estimada dentre os venerídeos. Esse alto valor é provavelmente decorrente do efeito da maior temperatura que conduz a um alto metabolismo combinado com o efeito da pesca sobre a população. Dessa forma, embora esses valores de densidade e produção sejam altos, segundo os pescadores da comunidade da Ilha de Algodoal, localizada próximo ao local de coleta do presente estudo, estoque desse recurso biológico tem diminuído nos últimos 5-10 anos (SILVA *et al.*, 2020). Tal informação reforça a necessidade de monitoramento dessa espécie em larga escala temporal. Os resultados aqui gerados, particularmente quanto a densidade e a produção secundária, demonstram a importância social e ecológica dessa população na região

Tabela 6 Parâmetros populacionais de *Leukoma pectorina* e outros venerídeos em diferentes latitudes. Comprimento assintótico (L_{∞} : mm), parâmetro de curvatura (K: ano⁻¹), índice de performance de crescimento (P), taxa de mortalidade (Z: ano⁻¹), expectativa de vida (EV: anos), densidade (D: ind. m⁻²), produção anual (Pr: g AFDM m⁻² ano⁻¹), biomassa média anual (B: g AFDM m⁻²), taxa de renovação (P/B: ano⁻¹) e latitude (Lat). Negrito: Referências em zonas tropicais.

Espécies	L_{∞}	K	P	Z	EV	D	Pr	B	P/B	Lat	Referência
<i>Leukoma pectorina</i>	44,00	1,60	5,13	4,18	1,00	521,11	109,48	34,97	3,13	00°35'S	Presente estudo
<i>L. pectorina</i>	-	-	-	-	-	939,00	-	-	-	00°34'S	Silva <i>et al.</i> , (2020)
<i>L. thaca</i>	70,0	0,25	4,93	-	-	-	-	-	-	36°31'S	Urban e Campos (1994)
<i>L. thaca</i>	78,7	0,17	4,91	-	-	-	-	-	-	36°31'S	Urban e Campos (1994)
<i>L. thaca</i>	95,3	0,16	5,14	-	-	-	-	-	-	36°42'S	Urban e Campos (1994)
<i>L. staminea</i>	47,6	0,25	4,43	-	-	-	-	-	-	60°52'N	Brooks (2001)
<i>L. staminea</i>	73,8	0,11	4,64	-	-	-	-	-	-	57°55'N	Brooks (2001)
<i>Ameghinomya antiqua</i>	0,18	80,0	4,96	-	-	-	-	-	-	43°13'S	Clasing <i>et al.</i> (1994)
<i>A. antiqua</i>	0,21	73,9	4,92	-	-	-	-	-	-	36°31'S	Urban (1996)
<i>Tivela mactroides</i>	-	-	-	-	-	485,5	136,64	67,68	2,20	10°40'N	Tata e Prieto (1991)
<i>T. mactroides</i>	31,80	1,70	4,73	-	-	-	-	-	-	10°40'N	Prieto (1987)
<i>T. mactroides</i>	44,32	1,98	5,24	2,41	1,50	53,83	-	-	-	10°10'N	Arrieche e Prieto (2006)
<i>T. mactroides</i>	39,10	1,80	4,74	3,60	-	-	-	-	-	10°05'N	Mendonza e Marcano (2000)
<i>T. mactroides</i>	1,33	35,3	4,76	6,07	2,2	-	-	-	-	11°03'N	Crescini <i>et al.</i> (2012)
<i>T. mactroides</i>	40,75	1,00	4,83	2,81	2,38	15,48	3,21	3,15	1,02	23°40'S	Turra <i>et al.</i> (2014)a
<i>T. mactroides</i>	38,60	0,40	4,36	2,45	3,30	2239,00	140,89	96,96	1,45	23°40'S	Turra <i>et al.</i> (2014)b
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	28,68	0,61	4,16	-	-	773,00	-	-	-	04°55'S	Rodrigues <i>et al.</i> (2013)
<i>A. flexuosa</i>	29,87	0,48	4,11	-	-	1215,00	-	-	-	04°55'S	Rodrigues <i>et al.</i> (2013)
<i>A. flexuosa</i>	37,62	0,71	4,58	3,17	2,64	289,40	11,60	9,14	1,27	22°56'S	Mattos e Cardoso (2012)
<i>A. flexuosa</i>	42,47	0,53	4,61	1,54	3,34	52,94	2,81	3,56	0,79	23°49'S	Corte <i>et al.</i> (2014; 2015)
<i>A. flexuosa</i>	46,03	0,37	4,56	-	-	51,81	2,89	4,75	0,61	23°49'S	Corte <i>et al.</i> (2017)

6.5 – REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.Z.; RIZZO, A.E.; ARRUDA, E.P. 2005. Manual de Identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. Volume 1. EDUSP. São Paulo. 288 p.
- ARRIECHE, D.; PRIETRO, A. 2006. Population parameters of the trigonal tivala *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) from Caicara Beach, Anzoátegui, Venezuela. *Ciencias Marinas*. v32(2): 285–296.
- BREY, T. 2001. Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook. <http://www.thomas-brey.de/science/virtualhandbook/> Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.
- BEASLEY, C.R.; FERNANDES, C.M.; GOMES, C.P.; BRITO, B.A.; SANTOS, S.M.L.; TAGLIARO, C.H. 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of northern Brazil. *Ecotropica* v.1:9-20.
- BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; CRUZ-KALED, A. 2008. Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) na baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. São Paulo: Boletim do Instituto de Pesca, v34(2):259-270.
- BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; CRUZ-KALED, A.C. 2004. Composition and distribution of benthic mollusks on intertidal flats of Paranaguá Bay (Paraná, Brazil). *Scientia Marina*, Barcelona. v68:537-543.
- BROOKS, K.M. 2001. Chugach Regional Resources Commission Bivalve Enhancement Program: bivalve inventories and native littleneck clam (*Protothaca staminea*) culture studies. Chugach Regional Resources Commission, 151 p.
- CLASING, E.; BREY, T.; STEAD, R.; NAVARRO, J.; ASENICO, G. 1994. Population dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Bahia de Yaldad, Isla de Chiloe, Southern Chile. *J. exp. mar. Biol Ecol.* v177. 171-186.
- CORTE, G.N.; COLEMAN, R.A.; AMARAL, A. 2017. Environmental influence on population dynamics of the bivalve *Anomalocardia brasiliana*. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v187:241-248.
- CORTE, G.N.; YOKOYAMA, L.Q.; COLEMAN, R.A.; AMARAL, A.C.Z. 2015. Population dynamics of the harvested clam *Anomalocardia brasiliana* (Bivalvia: Veneridae) in Cidade Beach, south-east Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, v. 95:1183-1191.
- CRESCINI, R.; VILLALBA, W.; PRIETO, A.; LEIVA, R. 2012. Parametros de crecimiento y mortalidad de *Tivela mactroides* (Veneridae) en la Enseada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico Venezolano*, v.51: 85-91.

CRISP, D. J. 1984. Energy flow measurements. In: HOLME, N. A., MCINTYRE, A. D. (ed.) Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publications. Oxford (IBP Handbook n° 16). v16:284-372.

DEFEO, O.; McLACHLAN, A. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. Marine Ecology Progress Series, v295:1-20.

DEFEO, O.; CASTREJÓN, M.; ORTEGA, L.; KUHN, A.M.; GUTIÉRREZ, N.L.; CASTILLA J.C. 2013. Impacts of climate variability on Latin American small-scale fisheries. Ecology and Society 18(4): 1-30.

DENADAI, M.R.; ARRUDA, E.P.; DOMANESCHI, O.; AMARAL, A.C.Z. 2006. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica. v6 (n3):1-34.

GAYANILO, F.C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1996. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) user's guide. FAO Comp. Inf. Ser (Fisheries) no.8, FAO, Rome.

GAYANILO, F.C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 2005. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) user's guide.

GOMEZ, J.; DEFEO, O. 1999. Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. Marine Ecology Progress Series. v182:209-220.

GUERÓN, C.O.C.; NARCHI, W. 2000. Anatomia funcional de *Protothaca (Leukoma) pectorina* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae). Revista Brasileira de Zoologia. v17(4):1007-1039.

KAISER, J.; ATTRILL, M.J.; WILLIAMS P.J.L., JENNINGS, S.; THOMAS, D.N.; BARNES, D.K.A. 2011. Marine Ecology: Processes, Systems and Impacts. OUP Oxford. 501 p.

MARTORANO, L.G.; PEREIRA, L.C.; CESAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. 1993. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwhite, Mather). Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, 53p.

McLACHLAN, A.; BROWN, A.C. 2006. The Ecology of Sandy Shores. Burlington, MA, USA: Academic Press. 373 p.

McLACHLAN, A.; DUGAN, J.E.; DEFEO, O.; ANSELL, A. D.; HUBBARD, O.D. M.; JARAMILLO, E.; PENCHASZADEH. D.P. 1996. Beach clam fisheries. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 34:163-232.

MATTOS, G.; CARDOSO, R.S. 2012. Population dynamics of two suspensionfeeding bivalves on a sheltered beach in southeastern Brazil. Helgoland Marine Research, v66: 393-400.

PAULY, D.; MOREAU, J.; ABAD, N. 1995. Comparison of age structure and length-converted catch curves of brown trout *Salmo trutta* in two French rivers. *Fisheries Research*, v22:197-204.

PAULY, D.; MUNRO, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, v2, 21 p.

SPARRE, P.; URSIN, E.; VENEMA, S. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. FAO Fisheries Technical Paper. Rome.

PRIETO A.S. 1987. Ecología de *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Mollusca: Bivalvia), crecimiento, mortalidad numerica, eliminacion y rendimiento em la localidad de Playa Guiria (Sucre, Venezuela). Trabajo de Ascenso, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela

SANTOS, T.M.T.; AVIZ, D. 2019. Macrobenthic fauna associated with *Diopatra cuprea* (Onuphidae: Polychaeta) tubes on a macrotidal sandy beach of the Brazilian Amazon Coast. *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom*.v99:751-759.

SILVA, R.F.; AVIZ, D.; CARDOSO, C.A.R.; ROSA FILHO, J.S. 2020. Harvesting the cockle *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818) in the Algodual-Maiandeuá Island Environmental Protection Area (Pará, Brazil): techniques, bio-ecology of the species and ethnoecological knowledge. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v92 (Suplem2):1-18.

RIOS, E.C. 2009. Compendium of Brazilian Sea shells. Rio Grande, RS: Evangraf, 676 p.

RODRIGUES, A.M.L.; BORGES-AZEVEDO, C.M.; COSTA, R.S.; HENRY-SILVA, G.G. 2013. Population structure of the bivalve *Anomalocardia brasiliana*, (Gmelin, 1791) in the semi-arid estuarine region of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* v73(4): 819-827.

ROCHA, V.P.; MATHEWS-CASCON, H. 2015. Distribution patterns inference of the family Veneridae (Mollusca, Bivalvia) in Brazil through secondary database. *Neotropical Biology and Conservation*. v10(3):123-131.

THOMPSON, R.C.; CROWE, T.P.; HAWKINS, S.J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*. v29:168-191

TURRA, A.; PETRACCO, M.; AMARAL, A.C.Z.; DENADAI, M.R. 2014a. Temporal variation in life-history traits of the clam *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae): Density-dependent processes in sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science (Print)*. v150:157-164.

TURRA, A.; PETRACCO, M.; AMARAL, A.C.Z.; DENADAI, M.R. 2014b. Population biology and secondary production of the harvested clam *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae) in Southeastern Brazil. *Marine Ecology (Berlin)*, v36: 221-234

URBAN, H.J.; CAMPOS, B. 1994. Population dynamics of the bivalves *Gari solida*, *Semele Solida* and *Protothaca thaca* from a small bay in Chile at 36°S. Marine Ecology Progress Series. v115: 93-102.

URBAN, H.J. 1996. Population dynamics of the bivalves *Venus antiqua*, *Tagelus dombeii*, and *Ensis macha* from Chile at 36°S. Journal of Shellfish Research. v15(3): 719-727.