



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JESSICA DE OLIVEIRA LIMA

**Aspectos ecológicos da comunidade de moluscos associada as raízes de
Rhizophora mangle em um estuário hipersalino do Semiárido litorâneo (Rio
Grande do Norte, NE Brasil)**

Campina Grande, PB

Janeiro de 2015

JESSICA DE OLIVEIRA LIMA

**Aspectos ecológicos da comunidade de moluscos associada as raízes de
Rhizophora mangle em um estuário hipersalino do Semiárido litorâneo (Rio
Grande do Norte, NE Brasil)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias.

Coorientadora: Profa. M.Sc. Ellori Laíse Silva Mota.

Campina Grande, PB

Janeiro de 2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L732a Lima, Jéssica de Oliveira.
Aspectos ecológicos da comunidade de moluscos associada às raízes de *Rhizophora mangle* em um estuário hipersalino do semiárido litorâneo (Rio Grande do Norte, NE Brasil) [manuscrito] / Jessica de Oliveira Lima. - 2015.
39 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias, Departamento de Biologia".

1. Estuário hipersalino. 2. Ecologia marinha. 3. Gradiente hipersalino. 4. Micromoluscos. I. Título.

21. ed. CDD 577.7

JÉSSICA DE OLIVEIRA LIMA

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DA COMUNIDADE DE MOLUSCOS
ASSOCIADA AS RAÍZES DE *RHIZOPHORA MANGLE* EM UM
ESTUÁRIO HIPERSALINO DO SEMIÁRIDO LITORÂNEO (RIO
GRANDE DO NORTE, NE. BRASIL)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade Estadual da
Paraíba, em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Licenciado em Ciências
Biológicas.

Aprovada em, 26/01/2015



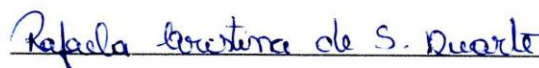
Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias

Orientadora



Profa. Dra. Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira

Examinadora



M.Sc Rafaela Cristina de Souza Duarte

Examinadora

*A Deus que me possibilitou chegar até aqui,
A minha família (mãe, pai, irmão e esposo),
Que sempre me incentivaram.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado o dom da vida, por nos momentos felizes e tristes ter segurado minha mão e me dar forças para não desistir, agradeço a ti Pai por tudo e hoje em especial pela realização de mais um sonho.

A minha mãe, Hosana, pelos conselhos sempre sábios, por nunca ter desistido de mim, por todos os incentivos e todas as palavras de carinho por seu colo mãe, que sempre me confortou e renovou minhas forças para que eu conseguisse seguir em frente.

Ao meu pai, João, que sempre me incentivou para os estudos desde as primeiras palavrinhas lidas o senhor estava ali do meu lado me dando força e me dizendo você é capaz de muito mais, obrigada pai por toda paciência, por toda dedicação e pela sua garra de sempre querer me dar o melhor.

Ao meu irmão, Filipe, o melhor irmão do mundo, obrigado por ter aguentado todos meus estresses em épocas de provas, aos meus irmãos de coração que são todos os meus primos que nunca mediram esforços pra me ajudar, vou citar o nome dos mais próximos porque se fosse falar o nome de todos a lista seria imensa (Ana Paula, Andréa, Clara, Daniel, Fabiana, Gabriele, João Paulo, Vanusa) entre outros milhares.

Ao meu esposo, Moaci, que na maior parte da caminhada era namorado, te agradeço por todo o carinho e paciência, obrigado por me emprestar seus ouvidos pra escutar meus desabafos estes que muitas das vezes você nem sabia o que eu estava tentando dizer.

Aos meus tios e tias que sempre se orgulharam de mim e sempre me incentivaram, (Almir, Ailton, Izabel, Maria, Paulo, Valdete) e em especial ao meu tio Hamilton (*in memoriam*), tenho vários outros tios mais esses foram os que estiveram mais presentes.

À minha orientadora Thelma Lúcia Pereira Dias, que acreditou em mim e me deu a oportunidade de ingressar na biologia marinha e por todas as suas orientações, ao seu esposo Luís Carlos “Pop”, por todas as ajudas essenciais em coletas.

A professora Dr^a, Joana Patrício, pelo projeto de iniciação científica (PIBIC).

As minhas colegas de Laboratório, (Jacicleide, Rafa, Ellori, Ellen, Ana Priscila, Débora, Romilda, Lamara, Camile, Graci), meus agradecimentos especiais vão para, Ana Priscila que me ajudou na triagem e na identificação de todo o material a Ellori pela orientação você sabe o tamanho da ajuda que me deu e como sou muito grata por isso.

As minhas colegas de turma (Amanda, Ana Priscila, Débora, Camila e Jéssica Thayrinne minha pareia), que não são apenas colegas de turmas são minhas verdadeiras amigas que vou levar sempre na minha vida, obrigado amigas por todas as ajudas, por todos os conselhos, cresci muito com vocês, será sempre bom lembrar dos momentos que passamos juntas

Aos meus companheiros de ônibus, só quem mora em outra cidade sabe o quanto é cansativo, muito obrigada pela companhia e por sempre me avisarem quando o ônibus estava chegando (Mayara, Fellipe, Mario).

As minhas amigas de vida, por todas as conversas por todos os momentos bons, (Barbára, Joelma Rejane, Ozeni, Adriana Souza).

A UEPB e ao CNPq, pela a ajuda financeira concedida pela bolsa de PIBIC (Cota 2012-2013 e 2013-2014), pelo RU que também foi de extrema ajuda e pela ajuda de custo para ir ao CBBM.

A banca examinadora Tacyana Oliveira e Rafaela Duarte por terem aceitado o convite, pelas contribuições que serão bem vindas.

E a todos que fazem parte da minha vida.

RESUMO

Os estuários são considerados um dos ecossistemas mais produtivos da Terra. Nestes ambientes são encontrados vários grupos taxonômicos, que apresentam dependência deste ambiente em pelo menos uma fase de suas vidas. O presente estudo objetivou inventariar as espécies de moluscos associada a raízes de *Rhizophora mangle* de um manguezal hipersalino, no litoral norte do estado do Rio Grande do Norte, além de caracterizar a comunidade de moluscos ao longo de um gradiente de hipersalinidade e sazonalidade. Foram realizadas quatro coletas, sendo duas em período chuvoso e duas em período seco. As amostragens aconteceram em três estações amostrais pré-determinadas, distribuídas ao longo de um gradiente de salinidade, posicionando-se três transectos de 10 metros nos quais obteve-se 3 amostras, com o total de 108 raízes coletadas. Foram registrados 7.757 indivíduos pertencentes às classes: Gastropoda (970 indivíduos), representada por 7 famílias, 10 gêneros e 15 espécies, e Bivalvia (6.787 indivíduos), composta por 6 famílias, 8 gêneros e 8 espécies. Entre os períodos sazonais, pode-se observar que o período de seca apresentou um maior número de indivíduos. Em relação aos descritores ecológicos, no período chuvoso as Estações I e II obtiveram o mesmo número de espécies, mas a Estação II apresentou um maior número de indivíduos e maior diversidade de Shannon-Wiener. A Estação I apresentou a maior riqueza de espécies de Margalef. O fator salinidade não interferiu no padrão de distribuição da comunidade de moluscos, evidenciando que as espécies encontradas são típicas deste ambiente e são bem adaptadas à hipersalinidade a qual estão submetidas. A predominância de micromoluscos na comunidade estudada sugere que o microhabitat oferecido pelas raízes de *R. mangle* é de especial relevância para a conservação, uma vez que abriga espécies frequentemente subestimadas em inventários de biodiversidade.

Palavras-chave: Mollusca, sazonalidade, gradiente hipersalino, Raízes de mangue, micromoluscos.

ABSTRACT

Estuaries are considered among the most productive ecosystems on Earth. In these environments several taxonomic groups are found, which have dependence on the environment in at least one period of their life cycle. This study aimed to inventory and characterize the molluscan community associated with the prop-roots of the red mangrove *Rhizophora mangle* in a hypersaline mangrove of the northern coast of Rio Grande do Norte state. The hypersalinity gradient and seasonality were considered in the analysis. Four samples were obtained, two in the rainy season and two in the dry season. Sampling occurred in three predetermined sampling stations distributed along the river, positioning in three line transects 10 m long. In each transect was obtained three samples, with 108 roots collected. 7,757 individuals were recorded in two Classes: Gastropoda (970 individuals), represented by 7 families, 10 genera and 15 species, and Bivalvia (6,787 individuals), consisting of 6 families, 8 genera and 8 species. The dry period showed a greater number of individuals. Regarding the ecological descriptors, in the rainy season the stations I and II achieved the same number of species, but the station II had a greater number of individuals and greater Shannon-Wiener diversity. The station I had the highest Margalef's richness. Salinity did not affect the distribution pattern of the mollusc community, showing that the species found are typical of this environment and are well adapted to hypersalinity that they are found. The predominance of micromolluscs in the community suggests that the microhabitat offered by *R. mangle* roots is of special relevance to conservation, since harbor species often underestimated in biodiversity inventories.

Keywords: Mollusca, seasonality, hypersalinity gradient, Mangrove roots, micromolluscs

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Rio da Casqueira (município de Macau) na região nordeste, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte. As estações amostrais são indicadas na figura superior. As mesmas seguem um gradiente crescente de salinidade. 17
- Figura 2.** Raízes escoras de *Rhizophora mangle* no manguezal do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. (A) Vista parcial mostrando as raízes escoras ancoradas no substrato lamacento. (B) Vista parcial das raízes de *R. mangle* em substrato arenolamoso. Fotos: Thelma Dias. 18
- Figura 3.** Desenho amostral empregado para a coleta de dados no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte..... 19
- Figura 4.** Representação de fatores ambientais mensurados nas três Estações amostrais (E) estudadas no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte: (A) Salinidade e (B) Temperatura..... 21
- Figura 5.** Representatividade das Classes de Moluscos registradas nas raízes de *Rhizophora mangle* no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. ... 22
- Figura 6.** Representatividade das famílias mais abundantes da classe Gastropoda (A) e da classe Bivalvia (B) associadas a raízes de *Rhizophora mangle* no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte..... 23
- Figura 7.** Número de indivíduos registrados nas três Estações (EI: Estação I; EII: Estação II, EIII: Estação III) considerando-se os períodos da seca e chuva no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. 24
- Figura 8.** Representação gráfica da análise de NMDS de acordo com a abundância de moluscos relacionada ao fator gradiente salino estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte..... 27
- Figura 9.** Representação gráfica da análise de NMDS de acordo com a abundância de moluscos relacionada ao fator sazonalidade no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte..... 27

LISTA DE TABELAS

- Tabela I.** Lista taxonômica das espécies de moluscos associados a raízes *Rhizophora mangle* no estuário Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte..... 23
- Tabela II.** Lista de espécies registradas nas raízes estudadas a partir das amostragens por Estações (E), frequência de ocorrência FO% e número de indivíduos N, em cada estação e em cada período sazonal no estuário do Rio Casqueira, Macau, RN. 25
- Tabela III.** Descritores ecológicos analisados para a malacofauna associada a raízes de *Rhizophora mangle* para o período seco e chuvoso no estuário do Rio da Casqueira: (S) número de espécies; (N) número de indivíduos; (*d*) riqueza de Margalef; (J') equitabilidade de Pielou, e (H') diversidade de Shannon-Wiener..... 26
- Tabela IV.** Espécies que mais contribuíram para a similaridade das amostras nos períodos sazonais de seca e chuva..... 28
- Tabela V.** Espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade das amostras nos períodos sazonais de seca e chuva..... 28
- Tabela VI.** Espécies que mais contribuíram para a similaridade das amostras nas três Estações amostrais em relação ao gradiente salino. 29
- Tabela VII.** Espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade das amostras nas três Estações amostrais em relação ao gradiente salino. 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
4. MATERIAL E METODOS	16
4.1 Área de estudo.....	16
4.2 Caracterização das raízes de <i>Rhizophora mangle</i>	18
4.3 Procedimentos em campo	18
4.4 Procedimentos em laboratório.	20
4.5 Análises de dados.....	20
5. RESULTADOS	21
5.1 Características abióticas.....	21
5.2 Composição da comunidade de moluscos	22
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÕES	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

Os estuários são considerados um dos ambientes de zona costeira mais importantes por constituírem zonas de transição ou ecótonos, o que leva estas áreas a serem, biologicamente, as mais produtivas da Terra (KENNISH, 2002). Nestes ambientes são encontrados vários grupos taxonômicos, sendo muitos de interesse comercial, como peixes, moluscos e crustáceos, que apresentam dependência deste ambiente em pelo menos uma fase de suas vidas (ODUM & ODUM, 2003).

Dentre os ambientes caracteristicamente costeiros, os estuários, de acordo com Pritchard (1967), são corpos de água costeiros semi-fechados que apresentam uma conexão livre com o mar, e esta água proveniente do mar quando adentra o rio passa a diluir-se. Esta definição exclui muitos ambientes considerados por outros autores como estuários. Dessa forma, foram necessárias novas definições, como a proposta por Potter et al. (2010), que classifica um estuário como um corpo costeiro parcialmente fechado de água, que está permanentemente ou periodicamente aberto para o mar e que recebe pelo menos periódica descarga a partir de um rio, e, assim, enquanto a sua salinidade é tipicamente menor do que a da água do mar natural, variando temporalmente e ao longo de sua extensão, pode tornar-se hipersalino em regiões em que a perda de água por evaporação é alta e as entradas de água doce e de maré são desprezíveis.

Com relação ao gradiente de salinidade, os ambientes estuarinos podem ser considerados como positivos, neutros e inversos (ou negativos) (PRITCHARD, 1967). Os estuários inversos ou negativos são classificados assim pois seu gradiente de salinidade é oposto aos estuários positivos em que a salinidade aumenta em direção ao mar, sendo geralmente típicos de regiões áridas, onde ocorre uma grande taxa de evaporação (VALLE-LEVINSON, 2010).

No ambiente estuarino são encontrados muitos microhabitats, como as raízes de mangue, bancos de areia e lama, bancos de macroalgas e de fanerógamas marinhas (MACKENZIE & CORMIER, 2012). Além destes microambientes estuarinos, encontramos os manguezais, que são representados por plantas de mangue que apresentam a capacidade de tolerar gradientes variáveis de salinidade e são consideradas como ilhas, nas quais tanto o tronco quanto as raízes servem como substrato para muitos grupos de invertebrados, entre estes os moluscos (KATHIRESAN & BINGHAM, 2009; BALBAS et al., 2014). A espécie *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) é uma árvore

típica de manguezais, sendo encontrada em locais onde a salinidade apresenta-se mais elevada (HERNANDEZ, 1995).

Os manguezais estão entre os ecossistemas costeiros mais produtivos do mundo, e do ponto de vista ecológico são extremamente importantes, entre outros motivos, por oferecerem suporte a uma grande biodiversidade, protegerem a costa da erosão, contribuírem para ciclagem de nutrientes, e captarem grande quantidade de carbono da atmosfera. Do ponto de vista comercial são explorados principalmente por indústrias de uso florestal (KATHIRESAN & BINGHAM, 2009; BOOMINATHAN et al., 2012).

Os animais que compoem a biodiversidade dos manguezais são característicos por apresentarem mecanismos de adaptações para as variações de salinidade e a temperatura, como exemplos temos os anelídeos, crustáceos, moluscos, entre outros (ROMERO-MURILLO & POLANÍA, 2008).

Os moluscos estão entre os grupos animais de maior abundância nos manguezais, sendo os gastrópodes e bivalves as duas classes mais representativas neste ambiente (BOOMINATHAN et al., 2012). Eles são representados por indivíduos de vida sésil, associados às raízes de mangue, onde podem ser considerados como indicadores, sendo assim importante conhecer a composição da comunidade desses grupos, a fim de possibilitar avaliações sobre as condições ambientais (BALBAS et al., 2014). Além disso, os moluscos são considerados animais de grande interesse econômico, pois sua exploração muitas vezes é a principal fonte de renda das comunidades humanas que vivem próximo aos manguezais (NISHIDA, et al; 2004).

A realização de levantamentos de fauna através de inventários, possibilita conhecermos melhor os ambientes e sua composição biológica (MACE, 2004). Através desta modalidade de estudo, obtemos dados que nos auxiliam na elaboração de programas de monitoramento, descoberta de espécies bioindicadoras e descrição de novas espécies, contribuindo para o conhecimento do ambiente estudado (MIKKELSEN & CRACRAFT, 2001).

Por ser um tema pouco estudado no Brasil, é de grande importância a realização de estudos para obtenção de conhecimentos acerca da biodiversidade de moluscos em associação com as raízes de mangue. O presente estudo visa quantificar a riqueza e diversidade de espécies de moluscos associados a raízes de *Rhizophora mangle*, e busca avaliar se a sazonalidade e gradiente salino influenciam a composição e abundância da malacofauna estudada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Inventariar as espécies de moluscos associada a raízes de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) de um manguezal hipersalino, no litoral norte do estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, obtendo uma caracterização da comunidade de moluscos quanto a um gradiente salino e sazonalidade (períodos chuvoso/seco) em que foram amostrados.

2.2 Objetivos específicos

- Inventariar a fauna de moluscos associada a raízes de *Rhizophora mangle* em um estuário negativo;
- Descrever quantitativamente a composição de espécies da malacofauna analisada;
- Comparar a comunidade de moluscos associada a raízes do mangue vermelho em função dos períodos seco e chuvoso;
- Verificar se o gradiente de salinidade influencia a composição e abundância da comunidade de moluscos ao longo do estuário.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os manguezais perfazem cerca de 1.225.444 hectares no litoral brasileiro (MMA, 2014). Mesmo na atualidade os manguezais da costa brasileira, ainda necessitam de projetos que visem à preservação destes ambientes, estudos como o de Correia & Sovierzoski (2010) fazem referência a estas necessidades.

Para tolerar a salinidade encontrada nos mangues, as plantas deste ambiente apresentam modificações morfológicas e fisiológicas, uma vez que as suas folhas são modificadas encontrando-se em tamanhos pequenos e são mais grossas. Evitam a exposição ao sol por estarem em posições verticais, seus estômatos são modificados para uma melhor eficiência para que a planta não perca água e seu investimento maior de carbono está nas raízes (FELLER et al., 2010).

As raízes de plantas de mangue representam um importante local de substrato, de proteção e alimento, onde a grande maioria dos trabalhos que mencionam organismos associados a raízes objetivam mostrar a importância destes substratos para diversos tipos de organismos (REYES & CAMPOS, 1992).

Existem trabalhos em todo o mundo que realizam levantamento de moluscos em ambientes de manguezais. Jiang & Li (1995) descrevem a ecologia de moluscos em um estuário do rio Jiulong na província de Fujian. Vilardey & Polanía (2002) realizaram caracterização qualitativa e quantitativa de moluscos associados a raízes submersas de *Rhizophora mangle* em San Andrés e Providence no arquipélago ocidental do Caribe. Padilla & Palacio (2008) realizaram uma caracterização taxonômica de macroinvertebrados associados a raízes de *R. mangle*, do Caribe Colombiano, enquanto Cedeño et. al (2010) apresentaram uma investigação da abundância e riqueza de moluscos e crustáceos. Venkatesan et. al (2010) realizaram a descrição do padrão de fauna de moluscos nos manguezais localizados no estuário Karangad na Índia. Os mesmos afirmam que em comparação com outros animais relatados em floresta de mangue, os moluscos ainda se encontram pouco conhecidos. Mais recentemente, Guerra-Castro et. al (2011) quantificaram a diversidade de espécies incrustantes que crescem nas raízes de *R. mangle* no Parque Nacional Laguna de La Restinga na Venezuela. O estudo mais recente é o de Balbas et al. (2014) que analisaram a estrutura da comunidade de bivalves e gastrópodes presentes nas raízes de *R. mangle* na Ilha Larga, Venezuela.

Os moluscos encontrados em ambientes de mangue são alvos de estudos há décadas, tanto por sua importância econômica, como por sua importância ecológica. Apesar disto, no Brasil ainda observa-se um déficit na realização de trabalhos que retratem a importância destes animais (SIMONE, 2003). Na área de estudo em questão, um estudo foi realizado por Dias et al. (2007), onde destacou-se a importância econômica dos moluscos na vida das mulheres marisqueiras.

As comunidades dos litorais norte e nordeste brasileiros dependem de algumas espécies de moluscos como fonte de alimento, principalmente as famílias de baixa renda, que os utilizam para fins alimentícios e para comercialização, mas eles também têm sido utilizados cada vez mais como indicadores biológicos de poluição (BEASLEY et al., 2005).

Na maioria das vezes os animais que apresentam tamanhos maiores e são mais visíveis, despertam maior interesse por parte dos pesquisadores, entretanto os de porte

menor são mais representativos no ambiente (MIKKELSEN & CRACRAFT, 2001). Os macromoluscos são mais visados pois apresentam maior valor comercial para o comércio ornamental (ALBANO et al., 2011).

Entre os trabalhos realizados no Brasil com moluscos em ambientes de manguezais, podemos citar Djick (1980), que inventariou os moluscos da Ilha da Restinga, Cabedelo, Paraíba, Beasley et al. (2005) que forneceram dados da abundância de moluscos presentes no litoral norte do Brasil, além de Barroso & Matthews-Cascon (2009) que realizaram análises sobre as diferentes comunidades de moluscos ao longo da zona estuarina do estuário do Rio Ceará, verificando a riqueza e a dominância das espécies nos períodos chuvoso e não-chuvoso. Farrapeira (2009) caracterizou a composição da macrofauna bentônica de substratos rígidos quanto sua distribuição vertical, estudo que incluiu os moluscos em suas análises.

Atualmente na literatura, estudos específicos sobre moluscos associados as raízes de plantas de mangue de estuários hipersalinos no Brasil e no Mundo encontram-se escassos, o que nos leva a reforçar a relevância deste estudo e a necessidade de se conhecer a malacofauna associada a estes habitats peculiares.

4. MATERIAL E METODOS

4.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas no ano de 2012 no manguezal do Rio da Casqueira ($5^{\circ}05'37''S$ x $36^{\circ}32'21''W$) (**Fig. 1**), localizado no distrito de Soledade, pertencente ao município de Macau, estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. O estuário do Rio da Casqueira é considerado hipersalino, pois apresenta salinidades que variam entre 37-50 (DIAS, 2006).

O regime hidrológico apresenta um período chuvoso que se concentra entre 3 a 4 meses, normalmente iniciando-se no mês de fevereiro e estendendo-se até maio, porém as concentrações de chuvas ocorrem sempre nos meses de março e abril. Seu período seco apresenta duração entre 8 a 9 meses, sendo de junho a fevereiro (OLIVEIRA, 2014). Em 2012, as chuvas ocorreram apenas nos meses de janeiro a julho, porém com um índice pluviométrico baixíssimo, com média anual de 18,58 mm, com maior volume de chuva no mês de fevereiro (130 mm) (INMET, 2012). De acordo com o INMET

(2012), a temperatura média anual do município de Macau fica em torno de 26,8°C, com máxima de 39,4°C e mínima de 20,8°C.

A vegetação de mangue que margeia todo o rio é composta predominantemente por *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*. A região também apresenta uma vasta vegetação de Caatinga, restingas, campos de dunas móveis e fixas e falésias (DIAS, 2006).

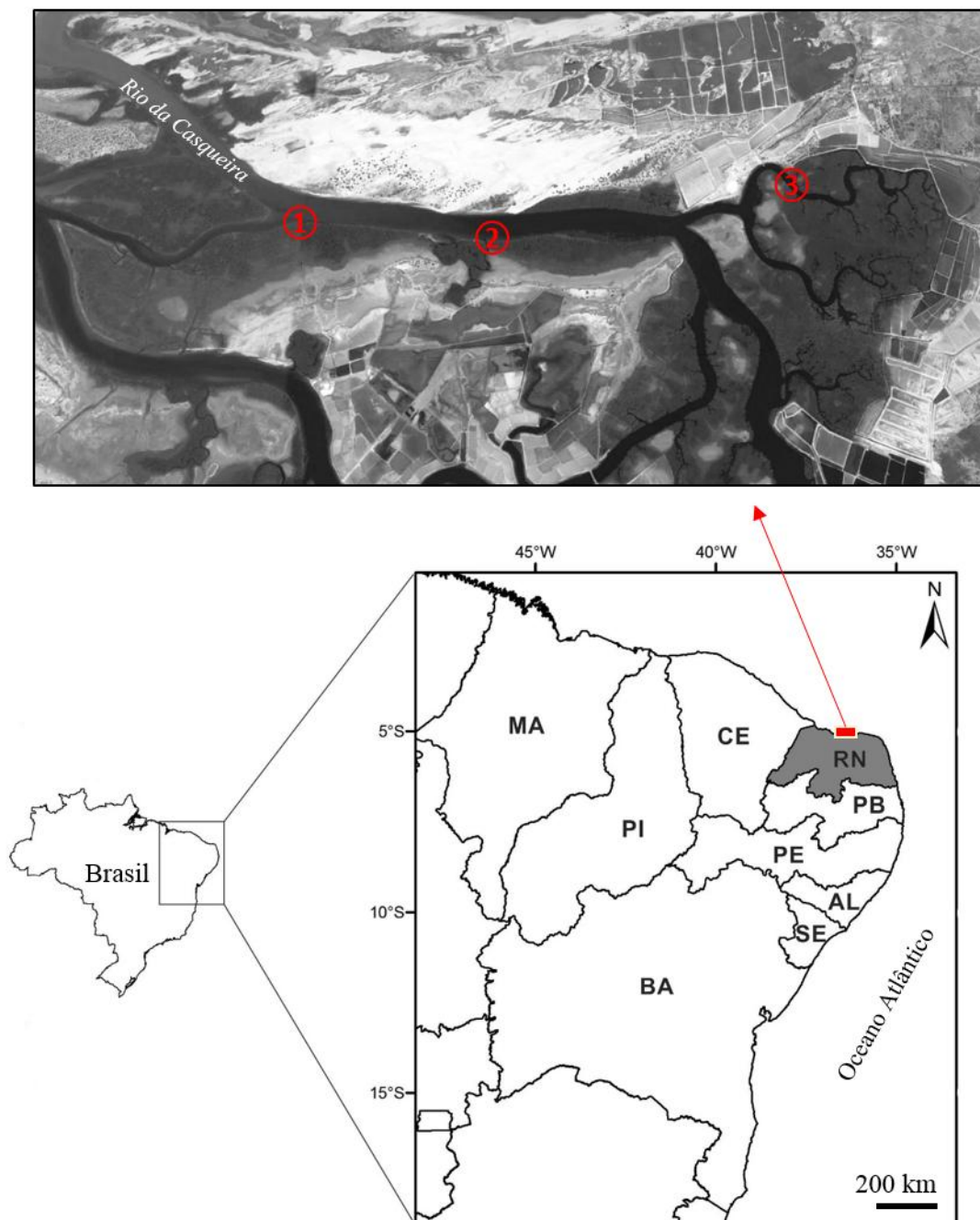


Figura 1. Localização do Rio da Casqueira (município de Macau) na região nordeste, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte. As estações amostrais são indicadas na figura superior. As mesmas seguem um gradiente crescente de salinidade.

4.2 Caracterização das raízes de *Rhizophora mangle*

Rhizophora mangle é uma planta característica pelas suas raízes escoras, que funcionam como palafitas ancoradas no substrato lamacento ou arenolamoso. Além das raízes principais, podem ter raízes aéreas secundárias (**Fig. 2**). No Rio da Casqueira, *R. mangle* margeia todo o sistema desde a foz até a desembocadura, sendo feição típica nas marés baixas. Nestas situações, as raízes de *Rhizophora* suportam pelo menos 4-5 horas de emersão, ficando expostas à insolação e aos ventos. Por se tratar de um substrato duro disponível em um ambiente onde predominam os substratos não consolidados, muitas das vezes são utilizadas como locais de abrigo e colonização por muitos organismos, a exemplo das cracas, caranguejos/siris e moluscos, além das algas.

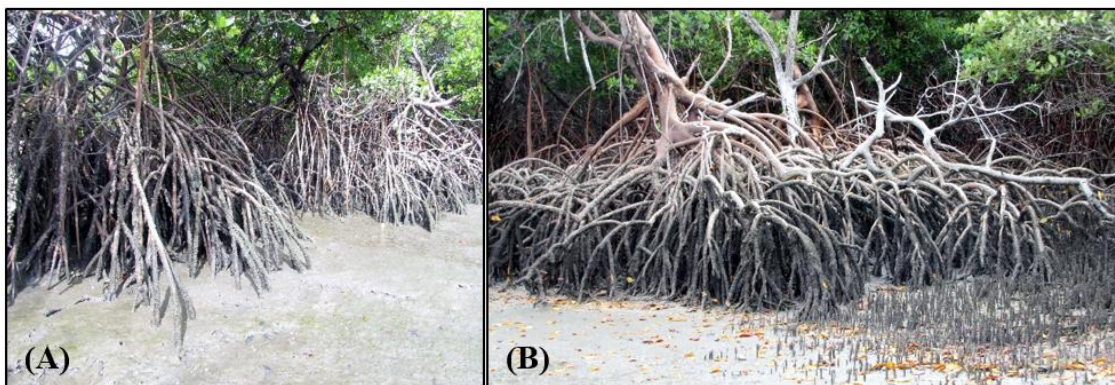


Figura 2. Raízes escoras de *Rhizophora mangle* no manguezal do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. (A) Vista parcial mostrando as raízes escoras ancoradas no substrato lamacento. (B) Vista parcial das raízes de *R. mangle* em substrato arenolamoso. Fotos: Thelma Dias.

4.3 Procedimentos em campo

Foram realizadas quatro coletas de campo sendo duas em período chuvoso e duas em período seco, nos meses de março e maio (período chuvoso), e em setembro e novembro (período seco).

As coletas foram realizadas em três estações amostrais pré-determinadas, distribuídas ao longo de um gradiente de salinidade (**Fig. 1**). A Estação I situa-se mais próxima da desembocadura do estuário, e a Estação III é a que se encontra mais distante da desembocadura do estuário. A Estação II situa-se na região intermediária entre as Estações I e III, distando cerca de 1,560 km da Estação I e 2,580 km da Estação III.

Em cada uma das estações foram posicionados três transectos de 10 metros paralelos às raízes de *Rhizophora mangle*. Em cada transecto foram determinados aleatoriamente, com sorteio prévio, 3 pontos para coleta das amostras. Foram mantidos em média uma distância de 10 metros entre os transectos (Fig. 3).

No total, foram obtidas 108 raízes (sendo 27 raízes por campanha amostral/9 por estação/mês), coletadas manualmente com auxílio de tesoura de poda e facão. Imediatamente após a coleta, as raízes foram acomodadas em sacos plásticos, adicionando-se formol a 4% para fixação dos espécimes.

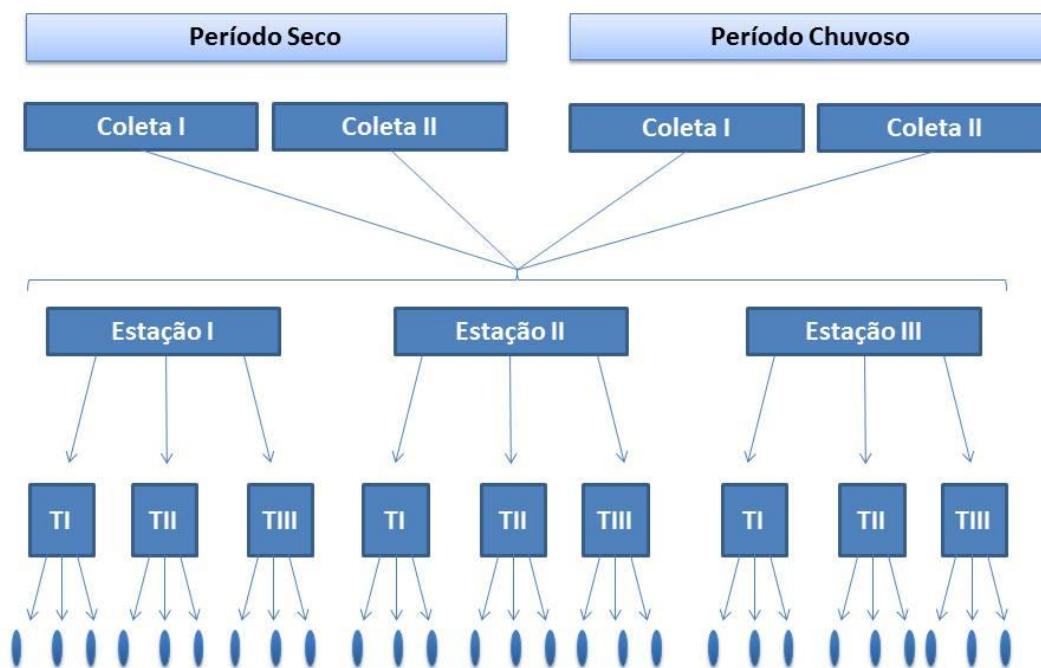


Figura 3. Desenho amostral empregado para a coleta de dados no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

Os dados abióticos de cada estação foram obtidos através de um termômetro com escala de 0,1°C para obtenção da temperatura superficial da água, um refratômetro para medição da salinidade (as amostras de água foram obtidas da superfície) e para obtenção das coordenadas geográficas foi utilizado um GPS.

4.4 Procedimentos em laboratório.

Em laboratório, as amostras obtidas passaram pelo processo de lavagem em água abundante e triagem, para posterior identificação. As triagens foram divididas em duas etapas: na primeira todas as raízes foram lavadas e raspadas, o sedimento e as macroalgas encontradas nas raízes foram lavados em peneira de bentos com malha de 500 μm . O sedimento e as macroalgas foram acondicionados em potes e conservados em álcool 70%. Na segunda triagem, os espécimes encontrados a partir da observação do material utilizando-se microscópio estereoscópio, foram devidamente separados em potes de vidro e conservados em álcool 70%. O material malacológico foi identificado até o menor nível taxonômico possível com o auxílio de bibliografia especializada como MIKKELSEN & BIELER (2008), RIOS (2009) e TUNNELL et al. (2010), quantificados, etiquetados e tombados na coleção malacológica de referência situada no Laboratório de Biologia Marinha (UEPB/Campus I).

4.5 Análises de dados

Os dados são apresentados com médias e respectivos desvios-padrão para caracterização das estações amostradas em relação aos fatores abióticos. Para caracterizar qualitativamente a composição da comunidade de moluscos associados às raízes de *Rhizophora mangle*, utilizaram cálculos de porcentagem, a fim de verificar a representatividade dos moluscos de acordo com os níveis taxonômicos de classe, família e espécie, bem como se calculou a frequência de ocorrência (FO%) de espécies em cada estação de amostragem.

Para a análise da estrutura da comunidade de moluscos foi utilizada a rotina Diverse gerando os seguintes índices: Riqueza de Margalef (d), Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Wiener (H'). As amostras foram previamente tratadas no software Excel®, onde foram suprimidas as amostras com abundância total de 0 a 5 indivíduos. Posteriormente, no software Primer 6 & Permanova+, os dados foram transformados com base em $\text{Log}(X+1)$ e foi gerada uma matriz de similaridade com base na medida de Bray Curtis. Após a transformação e aplicação da similaridade, para verificar se existem diferenças entre as abundâncias de moluscos nas diferentes estações amostrais e entre os períodos de seca e chuva, foi realizado um teste PERMANOVA, através do teste principal com 999 permutações. O NMDS (Modelo de Ordenação

Multidimensional) foi empregado para verificar os agrupamentos entre as estações estudadas (gradiente de salinidade) e entre os períodos de seca e chuva.

Análise de percentagem de similaridade (SIMPER) foi empregada para examinar a contribuição das espécies com a similaridade/dissimilaridade entre as Estações e os períodos seca e chuva.

5. RESULTADOS

5.1 Características abióticas

Quanto à caracterização abiótica das estações de amostragem, a salinidade no período chuvoso apresentou média de 39,8 ($\pm 2,04$) e de 41 (± 0) no período seco. A salinidade atingiu valores altos variando de 36 na Estação I no período chuvoso à 45 na Estação III no período seco (**Fig. 4a**). A salinidade na Estação II, apresentou média de 40,5 ($\pm 0,8$) no período chuvoso e de 42,6 ($\pm 0,8$) (**Fig. 4a**). As médias de salinidade para a Estação III foram de 42,8 ($\pm 2,04$) no período chuvoso e de 44,8 ($\pm 0,4$) no período seco. Os menores valores foram registrados na Estação I em ambos os períodos, confirmando o gradiente inverso de salinidade (**Fig. 4a**).

A temperatura variou de 27°C no período seco na Estação I à 35°C no período chuvoso nesta mesma Estação. A Estação I, apresentou média de temperatura da água de 30,1°C ($\pm 2,5$) no período chuvoso e de 27°C (± 0) no período seco. A temperatura na Estação II apresentou os seguintes valores médios para os períodos chuvoso e seco respectivamente, 29°C ($\pm 1,09$) e 27,6 °C ($\pm 0,5$).

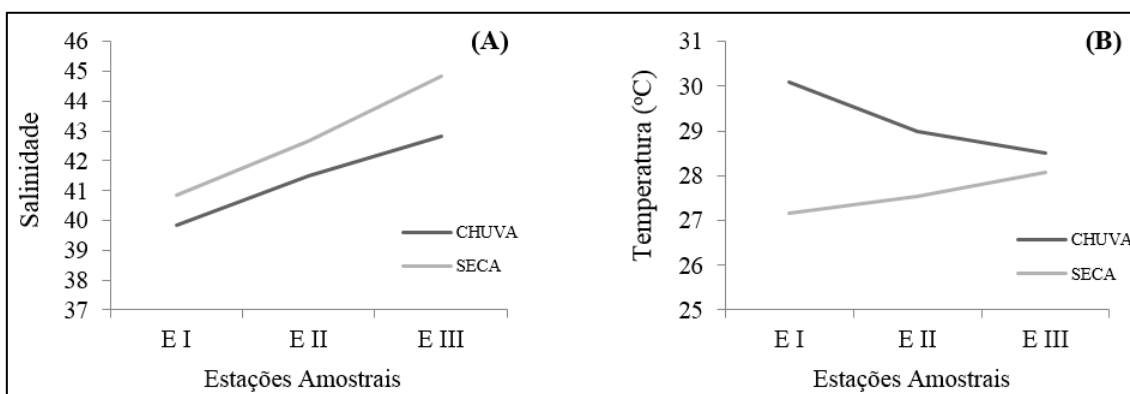


Figura 4. Representação de fatores ambientais mensurados nas três Estações amostrais (E) estudadas no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte: (A) Salinidade e (B) Temperatura.

Na Estação III, a temperatura apresentou valores médios de 28,5°C ($\pm 0,5$) no período chuvoso e de 28°C (± 0) no período seco (**Fig. 4b**). Observou-se diminuição da temperatura ao longo das Estações no período de chuva e um pequeno aumento no período de seca.

5.2 Composição da comunidade de moluscos

Foi registrado um total de 7.757 indivíduos de moluscos, sendo 3.339 indivíduos no período chuvoso e 4.418 no período seco, distribuídos em 23 espécies, 18 gêneros e 13 famílias (**Tab. I**). A Classe Gastropoda totalizou 970 indivíduos representados em 7 famílias, 10 gêneros e 15 espécies, enquanto Bivalvia totalizou 6.787 indivíduos, 6 famílias, 8 gêneros e 8 espécies (**Fig. 5**).

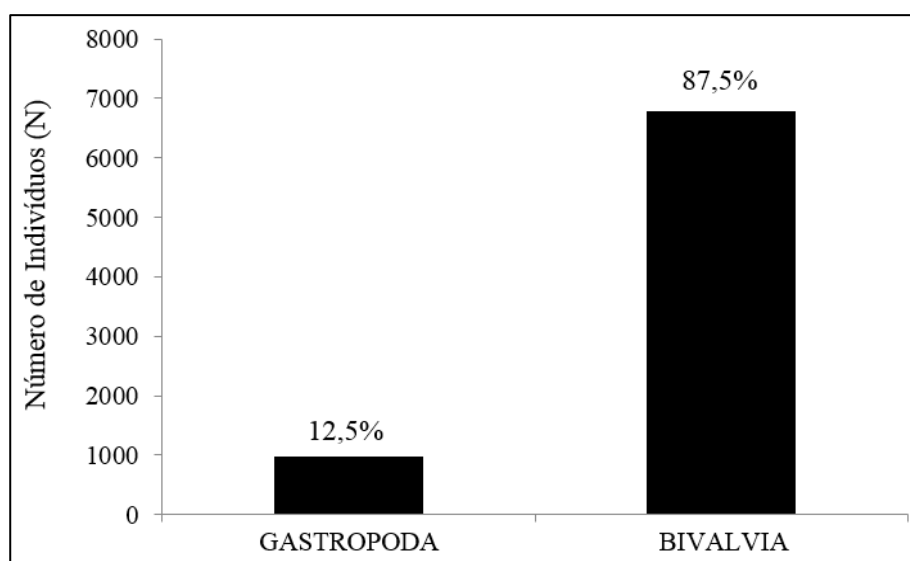


Figura 5. Representatividade das classes de moluscos registradas nas raízes de *Rhizophora mangle* no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

Entre as famílias de bivalves a mais representativa em número de espécies foi Mytilidae que apresentou (3 spp.) totalizando 838 indivíduos no período chuvoso e 1.150 no período seco. Na classe Bivalvia, as famílias mais abundantes foram Veneridae (2.933 indivíduos), seguida da família Mytilidae (1.988 indivíduo) e a família Ostreidae (1.827 indivíduos) (**Fig. 6a**).

Pyramidellidae foi a família de gastrópodes composta pelo maior número de espécies (5 spp.), representada por 24 indivíduos no período chuvoso e 23 indivíduos no período seco, seguida da família Littorinidae que foi representada por 4 spp., sendo 574

indivíduos no período chuvoso e 182 no período seco. Esta última foi a família mais abundante da classe Gastropoda. Referindo-se ainda à abundância, a família Columbelloidea foi considerada a segunda mais abundante totalizando 125 indivíduos e a família Pyramidelloidea a terceira, representada por 47 indivíduos (**Fig. 6b**).

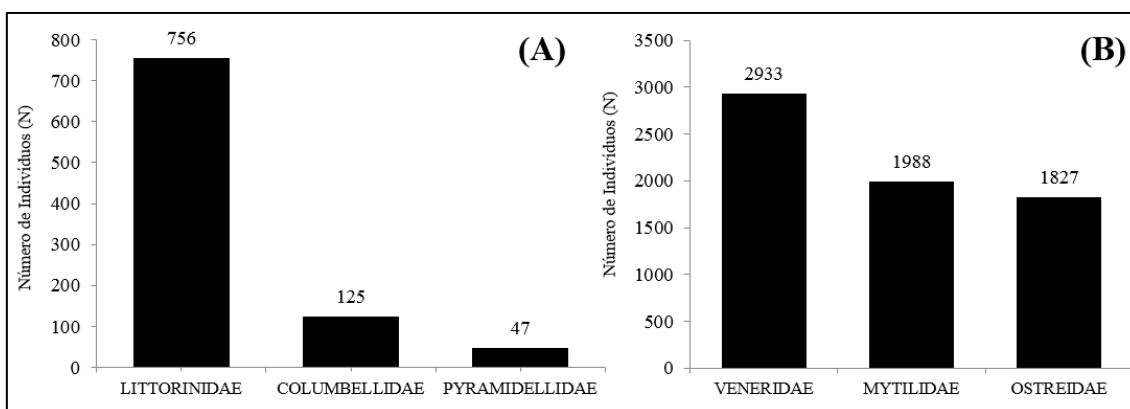


Figura 6. Representatividade das famílias mais abundantes da classe Gastropoda (A) e da classe Bivalvia (B) associadas a raízes de *Rhizophora mangle* no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

As espécies da classe Gastropoda com maior abundância foram *Littoraria flava* (N=667), *Parvanachis obesa* (N=125), *Echinolittorina ziczac* (N=50) e *Turbonilla multcostata* (N=28). As espécies *Boonea jadisi* e *Triphoridae* sp., foram representadas apenas por um indivíduo (**Tab. II**).

Entre as espécies da classe Bivalvia aquelas com maior abundância foram *Veneridae* sp. com (N=2.993), *Brachidontes exustus* (N=1.986) e *Crossostrea mangle* (N=1.827). *Pinctada imbricata*, *Isognomonidae* sp., *Amygdalum sagittatum* e *Lithophaga nigra* constituem as espécies que só apresentaram um indivíduo (**Tab. II**).

Tabela I. Lista taxonômica das espécies de moluscos associados a raízes *Rhizophora mangle* no estuário Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

CLASSE	FAMÍLIA	ESPÉCIE
BIVALVIA	OSTREIDAE	<i>Crassostrea mangle</i> (Amaral & Simone, 2014)
	MYTILIDAE	<i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Amygdalum sagittatum</i> (Rehder, 1935)
		<i>Lithophaga nigra</i> (d'Orbigny, 1853)
	PTERIIDAE	<i>Isognomon bicolor</i> (C.B. Adams, 1845)
		<i>Pinctada imbricata</i> (Röding, 1798)

	VENERIDAE	Veneridae sp.
	MYIDAE	<i>Sphenia fragilis</i> (H. & A. Adams, 1854)
GASTROPODA	CERITHIIDAE	<i>Bittolum varium</i> (Pfeiffer, 1840)
	LITTORINIDAE	<i>Echinolittorina lineolata</i> (d'Orbigny, 1840) <i>Echinolittorina ziczac</i> (Gmelin, 1791) <i>Littoraria angulifera</i> (Lamarck, 1822) <i>Littoraria flava</i> (King & Broderip, 1832)
	CAECIDAE	<i>Caecum jonhsoni</i> Winkley, 1908 <i>Caecum</i> sp. (jovem)
	TRIPHORIDAE	Triphoridae sp.
	COLUMBELLIDAE	<i>Parvanachis obesa</i> (C. B. Adams, 1845)
	MELONGENIDAE	<i>Pugilina morio</i> (Linnaeus, 1758)
	PYRAMIDELLIDAE	<i>Turbonilla multicostata</i> (Bartsch, 1955) <i>Folinella robertsoni</i> (Altena, 1975) <i>Boonea seminuda</i> <i>Boonea</i> sp. <i>Boonea jadisi</i> (Olsson & McGinty, 1958)

Em relação à abundância de espécies entre os períodos sazonais, pode-se observar que o período de seca apresentou um maior número de indivíduos (**Fig. 7**), enquanto as maiores abundâncias foram encontradas na Estação I e II do período seco e a menor foi observada na Estação III no período chuvoso (**Fig. 7**).

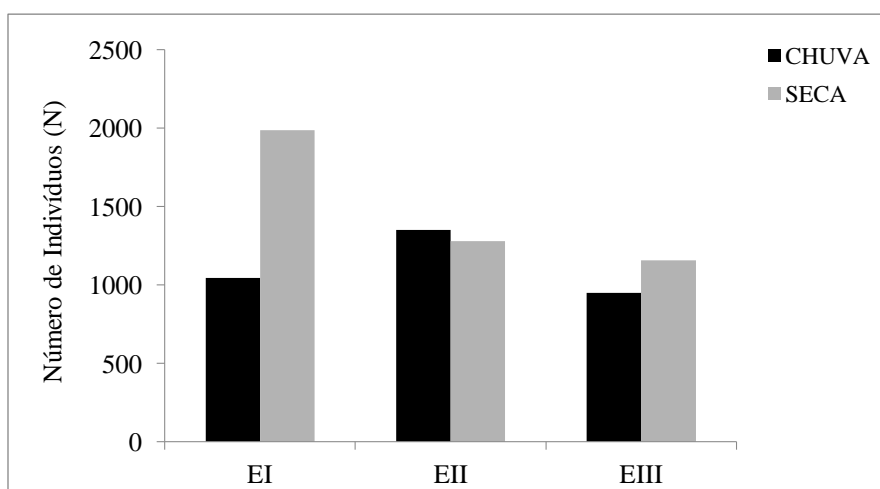


Figura 7. Número de indivíduos registrados nas três Estações (EI: Estação I; EII: Estação II, EIII: Estação III) considerando-se os períodos da seca e chuva no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

As espécies mais representativas quanto à frequência de ocorrência foram *Brachidontes exustus*, *Crassostrea mangle*, *Sphenia fragilis*, *Veneridae* sp., *Littoraria flava* e *Parvanachis obesa*, estas espécies foram frequentes em todas as estações e nos períodos sazonais, enquanto *Amygdalum sagittatum*, *Isognomonidae* sp. e *Pinctada imbricata*, só estiveram presentes na Estação I, no período chuvoso.

Tabela II. Lista de espécies registradas nas raízes *R. mangle* a partir das amostragens por estações (E), frequência de ocorrência FO% e número de indivíduos N, em cada estação e em cada período sazonal no estuário do Rio da Casqueira, Macau, RN.

ESPÉCIE	PERÍODO CHUVOSO						PERÍODO SECO					
	EI		EII		EIII		EI		EII		EIII	
	N	FO%	N	FO%	N	FO%	N	FO%	N	FO%	N	FO%
<i>Amygdalum sagittatum</i>	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachidontes exustus</i>	471	100	356	100	9	55	513	100	320	100	317	77
<i>Crassostrea mangle</i>	168	88	284	100	812	100	24	66	112	100	427	100
<i>Isognomon bicolor</i>	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lithophaga nigra</i>	-	-	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinctada imbricata</i>	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphenia fragilis</i>	6	22	11	44	2	22	6	44	9	44	3	33
<i>Veneridae</i> sp.	54	11	449	22	12	33	1380	100	716	77	322	88
<i>Bittolum varium</i>	3	22	1	11,1	-	-	-	-	1	11	-	-
<i>Boonea jadisi</i>	-	-	-	-	-	-	1	11	-	-	-	-
<i>Boonea seminuda</i>	-	-	7	11	-	-	-	-	1	11	-	-
<i>Boonea</i> sp.	-	-	-	-	1	11,1	-	-	-	-	1	11
<i>Caecum jonhsoni</i>	1	11	17	22	-	-	3	22	2	22	-	-
<i>Caecum jovem</i>	5	11	5	22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinolittorina lineolata</i>	22	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinolittorina ziczac</i>	43	22	5	11	2	22,2	-	-	-	-	-	-
<i>Folinella robrtsoni</i>	-	-	-	-	-	-	8	44	-	-	-	-
<i>Littoraria angulifera</i>	-	-	6	22	1	11,1	1	11	6	44	3	33
<i>Littoraria flava</i>	219	88	169	88	107	88,8	16	77	81	100	75	88
<i>Parvanachis obesa</i>	40	55	26	77	2	22,2	30	88	18	77	9	66
<i>Pugilina morio</i>	1	11	1	11	-	-	-	-	1	11	-	-
<i>Triphoridae</i> sp.	-	-	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Turbonilla multicostata</i>	7	22	9	66	-	-	2	22	10	66	-	-
Total	1.043		1.348		948		1.984		1.277		1.157	

Em relação aos descritores ecológicos analisados foi possível observar que no período chuvoso as Estações I e II obtiveram o mesmo número de espécies (S=16), mas a Estação II apresentou um maior número de indivíduos (N=1.348) e maior diversidade

de Shannon-Wiener ($H' = 1,625$). A Estação I apresentou a maior riqueza de espécies de Margalef ($d = 2,158$).

O período seco mostrou-se com o maior número de espécies na Estação II ($S = 12$) e a maior riqueza de espécies de Margalef ($d = 1,538$), enquanto o maior número de indivíduos foi observado na Estação I ($N = 1.984$), enquanto a Estação III apresentou a maior diversidade de Shannon-Wiener ($H' = 1,331$). A tabela III mostra todos os dados dos descritores ecológicos estudados.

Tabela III. Descritores ecológicos analisados para a malacofauna associada a raízes de *Rhizophora mangle* para o período seco e chuvoso no estuário do Rio da Casqueira: (S) número de espécies; (N) número de indivíduos; (d) riqueza de Margalef; (J') equitabilidade de Pielou; e (H') diversidade de Shannon-Wiener.

	PERÍODO CHUVOSO					PERÍODO SECO				
	S	N	d	J'	H'(log _e)	S	N	d	J'	H'(log _e)
ESTAÇÃO I	16	1.043	2.158	0.581	1.611	11	1.984	1.317	0.342	0.822
ESTAÇÃO II	16	1.348	2.081	0.585	1.625	12	1.277	1.538	0.500	1.245
ESTAÇÃO III	9	948	1.167	0.242	0.5318	8	1.157	0.992	0.639	1.331

A representatividade dos micromoluscos ocorreu particularmente por microgastrópodes. As principais espécies e seu comprimento máximo na fase adulta foram: *Bittium varium* (6 mm), *Echinolittorina lineolata* (10 mm), *Caecum jonhsoni* (4,5 mm), *Parvanachis obesa* (6 mm), *Turbonilla multcostata* (4,2 mm), *Folinella robertsoni* (2,1 mm), *Boonea seminuda* (6,9 mm) e *Boonea jadisi* (3,5 mm).

Em relação à sazonalidade, utilizando análises de abundância da malocofauna não foi observado nenhum padrão de agrupamento (**Fig. 8**), como também não foram observados padrões de agrupamento quando o fator testado foi o gradiente salino entre as Estações (**Fig. 9**).

Através da análise de SIMPER, que verifica a porcentagem de similaridade, observamos que a maior similaridade em relação à sazonalidade ocorreu no período chuvoso 40,04%, enquanto o período seco apresentou similaridade de 35,58%. A espécie que mais contribuiu para a similaridade do período chuvoso foi *Crassostrea mangle* seguida de *Brachidontes exustus* (**Tab. IV**). No período seco aconteceu o inverso, a espécie que mais contribuiu para similaridade foi *Brachidontes exustus* seguida por *C. mangle* (**Tab. IV**).

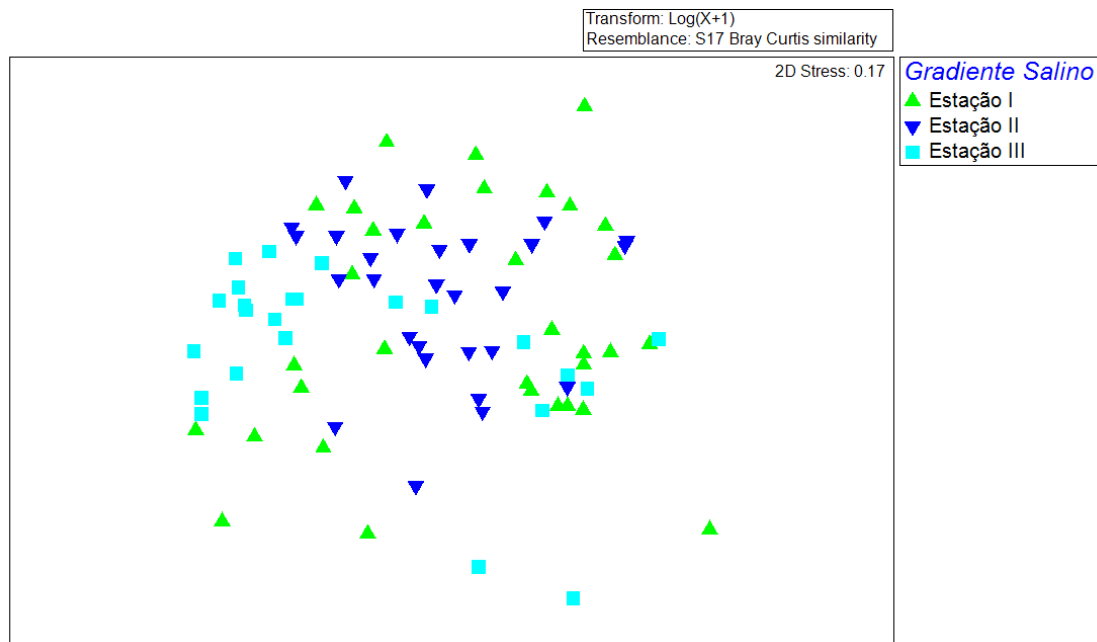


Figura 8. Representação gráfica da análise de NMDS de acordo com a abundância de moluscos relacionada ao fator gradiente salino estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

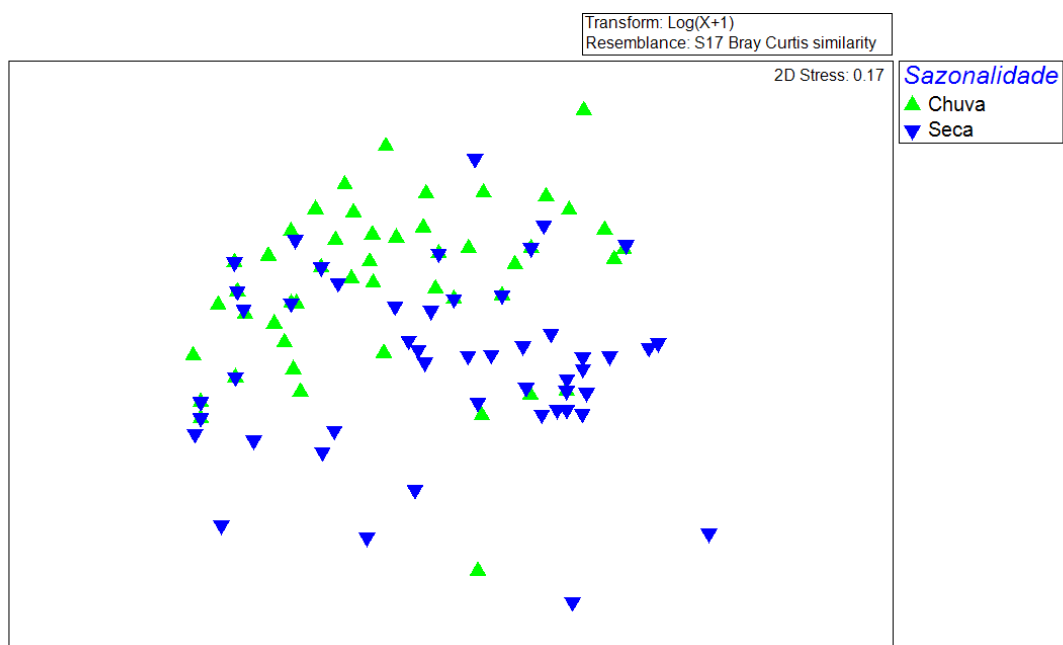


Figura 9. Representação gráfica da análise de NMDS de acordo com a abundância de moluscos relacionada ao fator sazonalidade no estuário do Rio da Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

Tabela IV Espécies que mais contribuíram para a similaridade das amostras nos períodos sazonais de seca e chuva.

Espécies	% de contribuição	
	Seca	Chuva
<i>Brachidontes exustus</i>	31.25	30.20
<i>Crassostrea mangle</i>	28.15	43.79
Veneridae sp.	4.08	-
<i>Littoraria flava</i>	1.29	20.88

Considerando a dissimilaridade entre os períodos seco e chuvoso, obteve-se o valor de 65,42%, no qual pudemos observar que as espécies que mais contribuíram foram *Crassostrea mangle*, *Brachidontes exustus* e Veneridae sp. (**Tab. V**).

Tabela V. Espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade das amostras nos períodos sazonais de seca e chuva.

Espécies	% de contribuição
	Seca-Chuva
<i>Crassostrea mangle</i>	23.00
<i>Brachidontes exustus</i>	22.15
Veneridae sp.	21.56
<i>Littoraria flava</i>	13.66
<i>Parvanachis obesa</i>	6.08
<i>Sphenia fragilis</i>	2.93
<i>Turbonilla multicostata</i>	2.22

A análise de SIMPER para medir a percentagem de similaridade entre as Estações em relação ao gradiente salino mostrou que a maior similaridade entre as amostras ocorreu na Estação II, que apresentou 46,54% de similaridade, seguida da Estação III com 43,4% e a estação com menor valor de similaridade foi a Estação I com 32,86%. Nas Estações I e II as espécies que mais contribuíram para a similaridade foram *Brachidontes exustus* e *Crassostrea mangle*. Na Estação III, as espécies que mais contribuíram foram *C. mangle* e *Littoraria flava* (**Tab. VI**).

Tabela VI. Espécies que mais contribuíram para a similaridade das amostras nas três Estações amostrais em relação ao gradiente salino.

Espécies	% de contribuição		
	Estação I	Estação II	Estação III
<i>Crassostrea mangle</i>	16.60	25.23	71.70
<i>Brachidontes exustus</i>	52.07	44.55	5.21
Veneridae sp.	9.14	5.61	-
<i>Littoraria flava</i>	14.06	14.71	16.64

Referindo-se a dissimilaridade das estações em relação ao gradiente salino, analisando-se os grupos formados, a espécie que mais contribuiu pra dissimilaridade entre as estações I e II foi Veneridae sp. Nas estações I e III quem mais contribuiu para a dissimilaridade foi a espécie *Crassostrea mangle*, como também foi a espécie que mais contribuiu para dissimilaridade entre as estações II e III (**Tab. VII**).

Tabela VII. Espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade das amostras nas três Estações amostrais em relação ao gradiente salino.

Espécies	% de contribuição		
	EI & EII	EI & EIII	EII & EIII
<i>Crassostrea mangle</i>	14.88	29.38	25.57
<i>Brachidontes exustus</i>	22.26	24.20	24.19
Veneridae sp.	23.21	17.81	18.31
<i>Littoraria flava</i>	14.24	12.71	13.15
<i>Parvanachis obesa</i>	7.10	5.80	5.64
<i>Turbonilla multcostata</i>	3.51	-	-
<i>Sphenia fragilis</i>	3.43	2.29	3.21
<i>Littoraria angulifera</i>	2.03	-	-

Ao realizar a análise de PERMANOVA, foi possível observar que houve diferença significativa termos de números de indivíduos entre as Estações amostrais, tanto para o fator sazonalidade (Pseudo-F=5.8674, P=0.001), quanto para o gradiente salino (Pseudo-F=7.2597, P=0.001).

6. DISCUSSÃO

Nas raízes de mangue estudadas, os moluscos foram representados principalmente por micromoluscos e espécies na fase jovem. Os micromoluscos encontrados neste estudo foram assim considerados por possuírem indivíduos adultos que não ultrapassem 10 mm (ALBANO et al., 2011).

A totalidade de espécies encontradas (23 spp.) pode ser considerada um valor alto, quando comparado aos números registrados em outros estudos realizados neste tipo de microhabitat em localidades da América do Sul. Cedeño et al. (2010) na laguna de Bocaripo na Venezuela, registraram 17 espécies, com maior representatividade dos bivalves em número de indivíduos. Quirós & Arias (2013) na Bahía de Cispatá, Colombia, registraram apenas 14 espécies de moluscos nas raízes de *Rhizophora mangle*, havendo também maior representatividade de bivalves, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos. Vilardy & Polanía (2002), no Arquipélago de San Andrés e Old Providence, na Colômbia, obtiveram 21 espécies, porém os gastrópodes foram mais abundantes em número de espécies e os bivalves em abundância. Comparando os dados do presente estudo aos resultados registrados em outros estudos no Brasil, a riqueza de 23 espécies de moluscos também é superior ao encontrado por Farrapeira et al. (2009) no estuário do rio Massangana, Baía de Suape, Pernambuco (12 spp.), entretanto este número de espécies é menor do que o encontrado por Barroso & Matthews-Cascon (2009) no estuário do rio Ceará, estado do Ceará (31 spp.) e Beasley et al. (2005) na Península de Ajuruteua, estado do Pará (30 spp.).

Apesar de se tratar de um microhabitat sujeito a forte estresse ambiental, este grande número de indivíduos é propiciado pelas raízes de mangue, que constituem-se em substratos propícios para abrigo e alimentação de muitos organismos em diversas fases. Funcionam como abrigo para as larvas de peixes e crustáceos, como também local de fixação, por exemplo, da espécie *Crassostrea mangle* que utiliza geralmente a raiz de mangue para se fixar e se desenvolver até chegar a sua forma adulta (CEDEÑO et al., 2010).

A menor média de temperatura da água no período seco, pode ser explicada, pelo fator temperatura está relacionado às taxas de evaporação ocasionadas pelo vento que se apresentam muito forte nos meses de julho a dezembro segundo o INMET (2010). Uma vez que os valores de temperatura da água foram obtidos na superfície, a

ação superficial dos ventos podem ter gerado uma perda de calor levando a menores valores de temperatura no período da seca.

Considerando-se que o estuário apresenta-se tipicamente inverso, a maior salinidade foi encontrada na Estação III o que confirma esta característica do estuário, pois esta se encontra mais distante da desembocadura do rio, mostrando a presença de um gradiente inverso com menores valores de salinidade encontrados próximo a conexão com o mar.

Observando-se a abundância de indivíduos em relação aos períodos sazonais e ao gradiente de salinidade, podemos analisar que o período seco apresentou um maior número de indivíduos, o que pode estar relacionado a diversos fatores. Um deles pode ser as temperaturas mais amenas propiciadas pela maior ação dos ventos, apesar da ausência de chuva. Com maior ação dos ventos, os indivíduos estariam sujeitos à menor dessecação no período em que as raízes estão emersas. Um outro fator refere-se à biomassa de algas associadas às raízes de *Rhizophora*. De acordo com Lucena (2012), no Rio da Casqueira, a biomassa algal nas raízes é menor no período seco, o que permitiria maior espaço nas raízes para a colonização dos moluscos, principalmente considerando que as espécies de moluscos registradas são tipicamente de substratos duros.

A composição da malacofauna associada às raízes de *Rhizophora mangle* não apresentou uma diferença evidente comparando-se as estações amostradas, sugerindo que a salinidade não interferiu no padrão de distribuição, demonstrando que as espécies encontradas são bem adaptadas a essa variação. De acordo com Dame (2012), a salinidade é um importante fator determinante na distribuição de bivalves estuarinos e influencia muitas taxas fisiológicas. No entanto, é possível que a hipersalinidade à qual estes moluscos estão sujeitos exerça efeitos menos drásticos do que a grande variação de salinidade ocorrida em estuários positivos, nos quais em um ciclo de maré, os organismos estão sujeitos à água quase doce e a água polihalina. Drouin et al. (1985) afirmam que os moluscos são bons exemplos de osmoconformadores que podem habitar permanentemente águas polihalinas.

A maioria dos moluscos encontrados nas raízes eram micromoluscos ou indivíduos na fase jovem, o que torna as raízes de plantas de mangue um microhabitat promotor de proteção e refúgio para estes indivíduos. Na maioria das vezes, micromoluscos passam despercebidos em inventários de biodiversidade, fato que, segundo Amaral & Jablonski (2005), dificulta o monitoramento do estado de ameaça

destes invertebrados. Entre os gastrópodes, as espécies mais representativas nas estações amostrais foram *Littoraria flava* e *Parvanachis obesa*, esta última pertencente à família Columbellidae. *P. obesa* é descrita como tendo no máximo 6 mm quando adulta, de modo que neste estudo o mesmo padrão é observado. Esta espécie é considerada um microgastrópode com ampla distribuição em todo o Brasil, sendo encontrado do Amapá até Santa Catarina (THOMÉ et al., 2010). *L. flava* é um gastrópode típico de ambientes marinhos, vivendo tipicamente associado a substratos rochosos, raízes de plantas de mangue, estruturas de madeira feitas pelo homem e estruturas de concreto presentes em áreas estuarinas (MATTHEWS, 1968).

Com relação à representatividade de indivíduos, os bivalves *Brachidontes exustus*, *Crassostrea mangle*, *Sphenia fragilis* e Veneridae sp., foram encontrados em todas as estações do presente estudo. Algumas destas espécies citadas como é o caso de *B. exustus* e *C. mangle*, já foram catalogadas como componentes predominantes nos ambientes de manguezais, principalmente por sua necessidade de substratos consolidados para seu desenvolvimento (CEDEÑO et al., 2010). Estas duas espécies foram muito abundantes no Rio da Casqueira, mas também na maioria dos trabalhos realizados com a malacofauna associada a raízes de *Rhizophora mangle* em outras partes do mundo, especialmente na América do Sul (e.g. SUTHERLAND, 1980; REYES & CAMPOS, 1992; PADILLA & PALACIO, 2007; CEDEÑO et al., 2010; GUERRA-CASTRO et al., 2011; QUIRÓS & ARIAS, 2013).

O bivalve da Classe Veneridae não identificado foi a espécie mais abundante no presente estudo, tendo apresentado abundância de 1.380 indivíduos apenas na Estação I no período seco. Por se apresentar em fase jovem, com indivíduos de tamanho inferior a 3 mm, acredita-se que este pode ter sido um período de recrutamento para esta espécie, e que a mesma pode, posteriormente, ocupar outro microhabitat do manguezal. De acordo com Denadai et al. (2006), a família Veneridae apresenta uma grande adaptação a vários habitats como praias arenosas, fundos arenolodosos, substratos arenosos em ambientes coralíneos e manguezais.

O bivalve *Brachidontes exustus* merece destaque, tendo em vista que foi muito abundante (N=1.986 indivíduos) e frequente (FO%=55 a 100) nas estações estudadas. Esta espécie foi determinante na similaridade e dissimilaridade entre as estações amostrais e entre os períodos sazonais de seca e chuva. É considerado um bivalve de hábitos marinhos e estuarinos que necessitam de um substrato consolidado para se fixar (MIKKELSEN & BIELER, 2008), sendo bastante comum nos habitats estuarinos

positivos e com maior salinidade (e.g. QUIRÓS & ARIAS, 2013; BALBAS et al., 2014). O mesmo pode ser destacado para a ostra *Crassostrea mangle*, que foi uma das espécies mais abundantes (N=1.827 indivíduos) e que mais contribuiu para a dissimilaridade entre algumas estações amostrais. Esta espécie foi recentemente descrita por Amaral & Simone (2014) e representa uma espécie tipicamente associada a raízes de plantas de mangue. Apresenta ampla tolerância a variações de salinidade, ocorrendo em estuários positivos e negativos.

A composição da comunidade de moluscos no substrato consolidado das raízes de *Rhizophora mangle* não apresentou grandes variações em relação aos fatores ambientais, demonstrando que as espécies encontradas neste tipo de substratos podem ser consideradas típicas e bem adaptadas às mudanças ambientais ocorridas no ambiente estuarino hipersalino do Rio da Casqueira, seja ao longo do gradiente salino, seja nos períodos de seca e chuva.

Conhecendo-se a biota predominante no local através de inventários, podemos descrever diversas áreas de acordo com sua importância biológica, podendo repensar sobre determinado ambiente e agrupá-los em categorias com prioridades conservacionistas. As espécies descritas e quantificadas neste estudo nos permite conhecer as espécies comuns em ambientes de manguezais de estuários inversos, dados estes que serão de grande importância para implantação de futuras medidas de conservação. Medidas conservacionistas na área estudada devem incluir primordialmente as raízes de mangue, uma vez que as mesmas são de alta importância para espécies típicas destes ambientes e que figuram entre os poucos substratos consolidados presentes no ecossistema manguezal.

7. CONCLUSÕES

- As raízes de *Rhizophora mangle* estudadas formam substratos adequados para diversas espécies de moluscos, muitas delas na fase jovem, evidenciando a importância das raízes como substrato consolidado para o estabelecimento e colonização destas espécies.
- A salinidade e a sazonalidade influenciaram na abundância das espécies ao longo do gradiente hipersalino, onde o período seco apresentou um maior número de indivíduos.
- O fator salinidade não interferiu no padrão de distribuição da comunidade de moluscos, evidenciando que as espécies encontradas são típicas deste ambiente e são bem adaptadas à hipersalinidade a qual estão submetidas.
- A predominância de micromoluscos na comunidade estudada sugere que o microhabitat oferecido pelas raízes de *R. mangle* é de especial relevância para a conservação, uma vez que abriga espécies frequentemente subestimadas em inventários de biodiversidade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, P.G.; SABELLI, B.; BOUCHET, P. The challenge of small and rare species in marine biodiversity surveys: microgastropod diversity in a complex tropical coastal environment. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 13, p. 3223-3237, 2011.

AMARAL A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira do Brasil. **Megadiversidade**, v.1. n. 1, p. 43-50, 2005.

BALBAS, V.A.; TINEO, R. B.; ARCAS, A. P. Estructura comunitaria de bivalvos y gasterópodos en raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en islã Larga, bahía de Mochima, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 62, n. 2, p.551-565, 2014.

BARROSO, C. X.; MATTHEWS-CASCON, H. Distribuição espacial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 1, p. 79-86, 2009.

BEASLEY, C. R.; FERNANDES, C. M.; GOMES, C. P.; BRITO, B. A.; DOS SANTOS, S. M. L.; TAGLIARO, C. H. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of northern Brazil. **Ecotropica**, v. 11, n. 1, p. 9–20, 2005.

BOOMINATHAN, M.; RAVIKUMAR, G.; SUBASH CHANDRAN, M. D.; RAMACHANDRA, T.V. Mangrove Associated Molluscs of India. **National Conference on Conservation and Management of Wetland Ecosystems**, v. 7, n. 6-9, p. 1-11, 2012.

CEDEÑO, J.; PRIETO, M. J.; PEREDA, L.; ALLEN, T. Abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Bocaripo, Sucre, Venezuela. **Biología Tropical**, v. 58, n. 3, p. 213-226, 2010.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. Situação atual do ecossistema Manguezal da costa do Estado de Alagoas, Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management** , v. 8, n. 2, p. 1-12, 2010.

DAME, R. F. **Ecology of Marine Bivalves: an Ecosystem Approach**. 2nd Edition. CRC Press, p. 271, 2012.

DENADAI, M. R.; ARRUDA, E. P.; DOMANESCHI, O.; AMARAL, A. C. Z. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 6 n. 3, p. 1-34, 2006.

DIAS, T. L. P. **Os peixes, a pesca e os pescadores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Federal da Paraíba. 167pp. 2006.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 25-35. 2007.

DIJCK, M. P. M. Moluscos do estuário do Rio Paraíba do Norte. I. Ilha da restinga. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 3, p. 47-53, 1980.

DROUIN, G.; HIMMELMAN, J. H.; BÉLAND, P. Impact of tidal salinity fluctuations on echinoderm and mollusc populations. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, n. 6, p. 1377-1387, 1985.

FARRAPEIRA, C. M. R., RAMOS, C. A. C., BARBOSA, D. F., MELO, A. V. O. M., PINTO, S. L., VERÇOSA, M. M., OLIVEIRA, D. A. S. & FRANCISCO, J. A. Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). **Biota Neotropica**. v. 9 n. 1, p. 87-100, 2009.

FELLER, I.C.; LOVELOCK, C.E.; BERGER, U.; MCKEE, K.L.; JOYE, S.B.; BALL, M.C. Biocomplexity in Mangrove Ecosystems. **Annual Review of Marine Science**, v. 2, p. 395–417, 2010.

GERRA-CASTRO, E.; MOTTA, J. J. C.; CONDE. J. E. Cuantificación de la diversidad de especies incrustantes asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* L. en El Parque Nacional Laguna de La Restinga. **Interciencia**, v. 36, n. 12, p. 923-930, 2011.

HENÁNDEZ-ALCÁNTARA, P.; SOLÍS-WEISS, V. Algunas comunidades macrobénticas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en laguna de Términos, Golfo de México. **Revista de Biología Tropical**, v. 43, n.1-3, p. 117-129, 1995.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. 2012. www.inmet.gov.br. Acesso em 13 de janeiro de 2015.

JIANG, J. X.; LI, R. G. An ecological study on the Mollusca in mangrove areas in the estuary of the Jiulong River. **Hydrobiologia**, v. 295, p. 213-220, 1995.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B.L. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40, p. 81-251, 2001.

KENNISH, M. J. Environmental threats and environmental future of estuaries. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 1, p. 78-107, 2002.

LUCENA, L. A. F. **Estrutura e Composição de Macroalgas de Manguezais Hipersalinos do Rio Grande do Norte, Brasil: Diversidade e suas Correlações com as Variáveis Ambientais**. Dissertação Ecologia e Conservação. Universidade Estadual da Paraíba. 140pp, 2012.

MACE, G. M. The role of taxonomy in species conservation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Biological Sciences)**, v. 359, n. 1444, p. 711–719, 2004.

MACKENZIE, R. A.; CORMIER, N. Stand structure influences nekton community composition and provides protection from natural disturbance in Micronesian mangroves. **Hydrobiologia**, v. 685, p. 155-171, 2012.

MATTHEWS, H. R. Notas sobre a família Littorinidae no Nordeste Brasileiro (Mollusca: Gastropoda). **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, v. 8, n. 2, p. 183-186, 1967.

MIKKELSEN, P. M.; BIELER, R. **Seashells of Southern Florida - Bivalves**. Princeton University Press, 503pp, 2008.

MIKKELSEN, P. M.; CRACRAFT, J. Marine biodiversity and the need for systematic inventories. **Bulletin of Marine Science**, v. 2, n. 69, p. 525-534, 2001.

MMA, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. <http://www.mma.gov.br/>
Acesso em 02 de Novembro de 2014.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. D. N. Abordagem etnoecológica da coleta de moluscos no litoral Paraibano. **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 1, p. 53-68, 2004.

ODUM, H. T. & ODUM, B. Concepts and methods of ecological engineering. **Ecological Engineering**, v. 20, p. 339-361, 2003.

OLIVEIRA, J. M. **Estrutura de Moluscos associados a bancos de Ostras em um estuário hipersalino**. Campina Grande – PB, 56 f. (Monografia), Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

PADILLA, J. M. G.; PALACIO, J. Macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas del Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) en las bahías Turbo y El Urabá (Caribe Colombiano). **Gestión y Ambiente**, v. 11, n. 3, p. 51-66, 2008.

PRITCHARD, D. What is an estuary: Physical Viewpoint. In: G. H. Lauff, (Ed.) **American Association for the Advancement of Science**, n. 83, p. 3-5, 1967.

POTTER, I. C.; CHUWEN, B. M.; HOEKSEMA, S. D.; ELLIOTT, M. The concept of an estuary: A definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 87, p. 497-500, 2010.

QUIRÓS, J. A.; ARIAS, J. E. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) En La Bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. **Acta Biologica Colombiana**, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2013.

ROMERO-MURILLO, P. E.; POLANÍA, J. Sucesión temprana de la taxocenosis Mollusca-Annelida-Crustacea em raíces sumergidas de mangle rojo em San Andrés Isla, Caribe colombiano. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 43, n. 1, p. 63-74, 2008.

REYES, R.; CAMPOS, N. H. Macroinvertebrados colonizadores de raíces de *Rhizophora mangle* en La Bahía de Chengue, Caribe Colombiano. **Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín**, v. 21, p. 101-116, 1992.

RIOS, E. C. **Compedium of Brazilian Sea Shells**. Rio Grande: Evangraf. 2009. 676 p.

SUTHERLANS, J. P. Dynamics of the epibenthic on roots of the mangrove *Rhizophora mangle*, at Bahía de Buche, Vanezuela. **Marine Biology**, v. 58, p. 75-84, 1980.

SIMONE, L. R. L. Histórico da Malacologia no Brasil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 51, n. 3, p. 139-147, 2003.

THOMÉ, J. W.; BERGONCI, P. E. A. & GIL, G. M. **As conchas das nossas praias**. Manuais de campo USEB. Editora USEB, Pelotas. 94 p., 2010.

TUNNELL JR., J. W.; ANDREWS, J.; BARREIRA, N. C. & MORETZSOHN, F. **Encyclopedia of Texas Seashells: Identification, Ecology, Distribution, and History**. Texas A&M University Press, 987p., 2010,

VALLE-LEVINSON, A. Definition and classification of estuaries. Contemporary issues in estuarine physics. **Cambridge University Press**, New York, USA. p. 327, 2010.

VENKATESAN, V.; KALIDAS, C.; ZACHARIA, P.U.; RAJAGOPAL, S. Distribution of molluscan fauna in the Karangad estuarine mangroves, South East Coast of India. **Advances in Environmental Sciences Bioflux**, v. 2, n. 2, p. 113-120, 2010.

VILARDY, S.; POLANÍA, J. Mollusc fauna of the mangrove root-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence. **Wetlands Ecology and Management**, v. 10, p. 273–282, 2002.