



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LETÍCIA SOUZA FRANCO

**INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DE PRADARIAS MARINHAS NA MARÉ BAIXA
SOBRE AS ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS ASSOCIADAS, NA COSTA
BRANCA-RN**

FORTALEZA

2022

LETÍCIA SOUZA FRANCO

INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DE PRADARIAS MARINHAS NA MARÉ BAIXA
SOBRE AS ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS ASSOCIADAS, NA COSTA BRANCA-RN

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.a Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira.

Coorientadora: Dra. Kcrishna Vilanova de Souza Barros.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F895i Franco, Letícia Souza.
Influência da exposição de pradarias marinhas na maré baixa sobre as assembleias de moluscos associadas, na Costa Branca-RN / Letícia Souza Franco. – 2022.
64 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira.
Coorientação: Profa. Dra. Kcrishna Vilanova de Souza Barros.
1. Malacofauna. 2. Pradaria marinhas. 3. Macrofauna bentônica. 4. Halodule wrightii. 5. Halophila decipiens. I. Título.

CDD 570

LETÍCIA SOUZA FRANCO

INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DE PRADARIAS MARINHAS NA MARÉ BAIXA
SOBRE AS ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS ASSOCIADAS, NA COSTA BRANCA-RN

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciências Biológicas do
Centro de Ciências da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Ciências Biológicas.
Área de concentração: Biologia Marinha.

Aprovada em: 12/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Cristina de Almeida Rocha-Barreira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr.^a Ravena S. Alves Nogueira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr.^a Cristiane Xarez Barroso
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico ao meu avô Manoel que disse em 2018, "Filha me orgulho do seu começo, são fáceis, o difícil mesmo é conseguir concluir, então ficarei ainda mais orgulhoso de ti" .

Espero que sinta muito orgulho de mim, vovô, de onde estiver, saiba que eu consegui concluir essa meta e irei concluir muitas outras.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha família, que estiveram por perto para incentivar e me dar forças para alcançar meus objetivos, em especial à minha mãe Simone que nunca duvidou de que eu sou capaz. E à minha família postiça, que me acolheram e me deram apoio, obrigada a todos pelos momentos de descontração e passeios.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cristina de Almeida Rocha-Barreira, por ser sempre tão enérgica e acreditar que o tempo é um mero adereço, que o importante é a força de vontade e persistência. Agradeço por fazer eu me encantar pela malacologia.

À minha coorientadora Dr.^a Krishna Vilanova de Souza Barros, que deu forma a esse trabalho e me ajudou em todos os momentos de necessidade. Sendo uma professora maravilhosa de escrita científica e por me fazer admirar e compreender melhor o mundo das angiospermas marinhas.

À Dra. Ravena Sthefany Alves Nogueira, que coletou todo esse material incrível que deu origem a esse trabalho. Obrigada por toda sua contribuição e inspiração nesse estudo e todas as palavras de carinho e ouvidos para os momentos difíceis nesse processo de escrita.

À todas as pessoas que trabalham no Laboratório de Zoobentos, no LABOMAR-UFC, por sempre me receber de “braços abertos”, pelos momentos de descontração nesta curta jornada, amei trabalhar com todos.

Aos poucos e grandes amigos verdadeiros que tenho e a todos aqueles que conheci durante a graduação. Em especial a Maria Clara, uma amizade para a vida, que construímos graças a UFC, obrigada por estar ao meu lado durante toda a graduação, estudando e fazendo trabalhos comigo, vamos conquistar o mundo como cientistas.

Ao Gabriel por estar ao meu lado durante toda a graduação, por me receber em sua família, por confiar em mim, me dar apoio e colo para seguir forte nessa jornada, que o nosso para sempre esteja nos nossos corações com todas as formas de carinho e amor.

À todas as mulheres fortes e confiantes que tive o prazer de ter ao meu nessa jornada, devoto minha admiração à Simone, Zuleide, Beatriz, Claudia, Maria Clara, Cristina, Krishna e Ravena, serão sempre meus exemplos na vida pessoal e acadêmica.

À minha nova amiga Lúcia por ter me ajudado com os mapas.

RESUMO

O presente estudo observou a influência da maré baixa nas pradarias da Costa Branca-RN sobre as assembléias de moluscos associadas a estes ecossistemas. Por meio de transecções de 100m nas áreas expostas e outras transecções nas áreas submersas, durante a maré baixa, nas 6 pradarias marinhas encontradas na região, foram coletadas 10 amostras equidistantes (10m), com um amostrador de PVC com 10cm de diâmetro, enterrado a 10 cm de profundidade. As amostras foram lavadas em água do mar, usando malha de nylon com 0,5mm para retenção da macrofauna, etiquetadas, congeladas e levadas ao laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará (Labomar/UFC), onde passaram por triagem, fixação em álcool 70% e identificação das espécies. Posteriormente, foram obtidas a frequência de ocorrência, dominância relativa e densidade das espécies para a região, e também os descritores ecológicos (diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e riqueza de Margalef) para cada amostra. Em seguida, a variação destes descritores foram comparadas entre as duas áreas das pradarias (expostas x submersas), por meio de análises não-paramétricas de variância (Kruskall-Wallis); similaridades e dissimilaridades entre praias e áreas estudadas na região também foram estudadas através de um escalonamento multidimensional (MDS). Dos 803 moluscos coletados nas pradarias da região, 251 indivíduos foram capturados nas áreas expostas ao ar, durante a maré baixa; e 411 indivíduos, nas áreas submersas destas pradarias. Estes indivíduos pertenceram a 50 espécies, dentro das classes Bivalvia (66%), Gastropoda (30%) e Scaphopoda (4%). As espécies mais frequentes e dominantes nestas pradarias foi o gastrópode *Benthonella tenella*, seguida por *Eulithidium affine*, ambas apresentaram a mesma densidade. Comparando os descritores ecológicos das assembleias de moluscos e as similaridades entre as amostras coletadas nas áreas expostas e submersas durante a maré baixa, observou-se que as áreas sempre submersas das pradarias se apresentaram significativamente mais abundantes, ricas e diversas que nas áreas expostas. Os estresses causados pela exposição esporádica ao ar, à luz do sol e outros fatores físicos, como o embate de ondas, causam não somente a perda de habitat, com redução de plantas e macroalgas associadas nestas áreas, como também pode selecionar a ocorrência das espécies de moluscos e sua resistência a estes estressores. A relação destas espécies com caracteres das plantas e variáveis ambientais são recomendadas, para o melhor entendimento da biologia destas espécies nas pradarias marinhas da Costa Branca.

Palavras-chave: *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens*, Malacofauna.

ABSTRACT

The present study observed the tidal influence on the mollusc assemblages in the seagrass meadows of Costa Branca-RN. Using transects with 100 m in areas exposed to air and submerged areas during the low tide, in the 6 seagrass meadows found in the region, 10 equidistant samples (10m) were collected using a PVC core with 10 cm in diameter, buried at 10 cm depth. The samples were washed in seawater, using a 0.5 mm nylon mesh for macrofauna retention, tagged, frozen and transported to the Laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará (Labomar/UFC), where they were sorted, preserved in 70% alcohol and the species were identified. Posteriorly, frequency of occurrence, relative dominance and species density were obtained for the region and also the ecological descriptors (Shannon Diversity, Pielou evenness and Margalef richness) were obtained for each sample. Then, the variation of these descriptors was compared between the two areas of the meadows (exposed and submerged) using non-parametric analysis of variance (Kruskall-Wallis); similarities and dissimilarities among the meadows and between the two evaluated areas of these meadows in the Costa Branca region also were studied using a multidimensional scaling (MDS). Of the 803 molluscs collected in the meadows of the region, 251 specimens were captured in the areas exposed to air during low tide; and 411 specimens, in the submerge areas of the meadows. These specimens referred to 50 species belonging to Bivalvia (66%), Gastropoda (30%) and Scaphopoda (4%) Classes. The most frequent and dominant species in these meadows were the gastropod *Benthonella tenella* followed by *Eulithidium affine*, both species had the same density. Comparing the ecological descriptors of the mollusc assemblages and similarities between the samples collected in the areas exposed to air and submerge during the low tide, it was observed that the areas always submerge of the meadows were significantly more abundant, rich and diverse than that of the exposed areas. The stress caused by the sporadic exposure to air, sunlight and other physical factors, as wave crash, cause not only a habitat loss, with plant and associated macroalgae reduction in these areas, and also it can select the occurrence of mollusk species and their resistance to these stressors. The relationship of these species with the plant characters and environmental variables are recommended, for a better understanding of the biology of these species, in the seagrass meadows of Costa Branca.

Keywords: *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens*, Malacofauna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização dos 5 municípios que ocorrem ao longo da região da Costa Branca e suas 6 praias no Estado do Rio Grande do Norte, litoral semiárido brasileiro.....	26
Figura 2	Desenho amostral	27
Figura 3	Metodologia amostragem dos testemunhos das plantas e sedimento contendo a macrofauna nas Pradarias da Região do Rio Pacoti-Ceará (para fins ilustrativos).....	28
Figura 4	Abundância nas classes do Filo Mollusca das espécies associadas às pradarias marinhas	32
Figura 5	Dominância relativa das espécies de moluscos associados a pradarias marinhas das áreas rasas, Rio Grande do Norte, Brasil	35
Figura 6	Densidade de indivíduos por metro quadrado quadrado das espécies de moluscos associados a pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	36
Figura 7	Gráficos resultantes do escalonamento multidimensional (MDS), considerando a abundância das espécies de moluscos coletadas nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	37
Figura 8	Variações dos descritores das comunidades de moluscos coletados nas pradarias marinhas das áreas rasas do Rio Grande do Norte, Brasil	39
Figura 9	Variações dos descritores das comunidades de moluscos coletados nas áreas expostas e submersas das pradarias marinhas das áreas rasas do Rio Grande do Norte, Brasil	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação taxonômica e quanto Classe, Ordem Família das 50 Espécies nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, no Rio Grande do Norte, Brasil	33-34
Tabela 2	Resultados das análises de similaridade (ANOSIM) entre as amostras de moluscos coletadas nas 6 pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	37-36
Tabela 3	Percentual de similaridade (SIMPER) e percentuais das espécies que mais contribuíram para esta similaridade entre as amostras coletadas nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	38
Tabela 4	Percentual de similaridade e percentuais das espécies que mais contribuíram para a similaridade entre as amostras coletadas nas áreas expostas e submersas das pradarias marinhas, em condições de maré baixa, nas áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	38
Tabela 5	Resultados do teste Permanova, mostrando as diferenças dos descritores das comunidades de moluscos, considerando as pradarias (locais), área das pradarias (expostas e submersas) e a interação entre estes fatores, nas pradarias estudadas ao longo da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil	41

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- ® Marca Registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Pradarias Marinhas	12
<i>1.1.1</i>	<i>Distribuição biogeográfica das espécies de angiospermas marinhas</i>	14
<i>1.1.2</i>	<i>Relações das pradarias marinhas com o ambiente</i>	14
<i>1.1.4</i>	<i>Biodiversidade associada às pradarias marinhas</i>	16
1.2	Moluscos	18
1.3	Levantamento Bibliográfico	19
1.4	Hipótese	21
1.5	Objetivos	22
<i>1.5.1</i>	<i>Objetivos Gerais</i>	22
<i>1.5.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	22
2	METODOLOGIA	23
2.1	Área de Estudo	23
2.2	Desenho Experimental e Trabalho de Campo	27
2.3	Processamento das Amostras	29
2.4	Análises Estatísticas	29
3	RESULTADOS	32
4	DISCUSSÃO	42
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

1.1 Pradarias Marinhas

As angiospermas marinhas, conhecidas em inglês como “seagrass”, compõem ecossistemas marinhos, tendo forte influência sobre os ambientes costeiros, podendo alterar algumas condições físico-químicas e geoquímicas, protegendo a praia e o sedimento da erosão por estarem fixas a ele, tornando o ambiente em comunidade mais receptivo para outras espécies (DUARTE, 2000). A maioria das pradarias marinhas é monoespecífica, sendo o mais raro registro de 12 espécies presentes em um único prado (HERMMINGA & DUARTE).

As angiospermas marinhas estão distribuídas em todo o mundo, sendo representadas por poucas espécies pertencentes a duas famílias, compreendendo um total de 12 classes e cerca de 50 espécies (HERMMINGA & DUARTE, 2000; DUARTE, 2000). Os prados têm ampla distribuição vertical e batimétrica, são encontrados em uma ampla variedade de regiões, como em lagunas, estuários, plataforma continental rasa, em zonas entremarés até 60 metros de profundidade e próximas a corais, pois estão adaptados a sobreviver submersos em diferentes temperaturas e salinidades, mas sua tolerância pode não suportar condições como alta temperatura e salinidade combinada à exposição ao ar (VILLAÇA, 2009).

Suas estruturas morfológicas e anatômicas são compostas por raízes e rizomas, os quais contribuem para sua fixação em substratos lamosos, mas podem ocorrer também em outros. Suas folhas e caules eretos são usados como substratos para fixação de algas e abrigo para organismos macrobentônicos, como é o caso dos moluscos. São importantes produtores primários e secundários, tendo um importante papel na base da cadeia trófica e sendo uma fonte imediata de nutrientes (DUFFY, 2006; VILLAÇA, 2009). Segundo Villaça (2009), além de funcionarem como substrato, as raízes e rizomas têm um papel importante contra o hidrodinamismo sofrido pelos bancos, formando um mosaico, caso ele seja forte; e um tapete plano e contínuo, caso seja fraco, podendo ser descrito como uma barreira de amortecimento contra o hidrodinamismo. Ao depender da força das correntes de água, pode haver ou não deposição de matéria orgânica e quando ocorre maior acumulação, o ambiente tende a ser mais anaeróbico, com grande regeneração de nutrientes, ocasionando uma alta produtividade.

Além da produção primária e do seu papel estrutural, Duarte (2000) acrescenta que o importante papel das pradarias marinhas também se relaciona com as suas funções fisiológicas, como na reciclagem de nutrientes, por meio da qual fornecem alimentos aos

consumidores e sequestram carbono e nutrientes. O autor também registrou mais de 100 espécies diferentes são encontradas associadas a esse ecossistemas, como as epífitas em suas folhas e também muitas outras espécies que vivem em seus dosséis, como refúgio. Logo, elas abrigam complexas teias alimentares, que garantem a alta biodiversidade marinha por meio da combinação trófica e funções estruturais que elas cumprem. Diante disso, os prados de angiospermas podem ser considerados ecossistemas autotróficos, por conta da alta produção de carbono orgânico e por seu baixo consumo (HEMMINGA & DUARTE, 2000).

As espécies *Halodule wrightii* Ascherson e *Halophila decipiens* Ostenfeld são as mais frequentemente registradas no litoral brasileiro (COPERTINO *et al.*, 2016; SHORT *et al.*, 2007). Registrada por Nogueira *et al.*, (em preparação), na região da Costa Branca-RN em densas pradarias de *H. wrightii* e algumas manchas de *Halophila decipiens*, quase sempre coabitando.

A espécie *H. decipiens* é monóica, restrita à região tropical, associada a margens de rios, recifes mais profundos e rasos e a águas calmas (COPERTINO, *et al.*, 2016). Ocorre em pequenas manchas e normalmente é associada a *H. wrightii*. *H. decipiens* tem duas folhas elípticas verdes e pequenas, com margens finamente serrilhadas, partindo do mesmo broto, oblongas e com ápice obtuso, em ambos os lados é coberta por pequenos pêlos unicelulares (COCENTINO *et al.*, 2004). Costuma atingir baixas alturas, pois possui raízes e rizomas finos, não apresentando pradarias com manchas densas (KEMPF, 1969 apud CASARES & CREED, 2008). Registrada por Nogueira *et al.*, (em preparação), na região da Costa Branca-RN, ocorrendo em pradarias fragmentadas em menor volume quando associada com *H. wrightii* e em pequena mancha, numa área estuarina.

A espécie *H. wrightii* é dióica, ocorre em fundos rasos, entre o infralitoral na maré baixa até poucos metros de profundidade, estabelece-se em áreas protegidas, como recifes de coral, arenito e em fundos móveis, onde favoreça seu crescimento, gerando então pradarias rasas ou escassas. Essa espécie muitas vezes se estabelece em locais com alta instabilidade de sedimento, processos de erosão, aumento da turbidez, forte atuação das ondas e maré baixa, além da exposição ao ar atmosférico (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1983). Sua morfologia tem como características marcantes, suas folhas lineares finas e longas, ápice bicúspide, afiladas da base em direção ao ápice e dentes laterais bem desenvolvidos. Seus tamanho e largura podem variar de acordo com a região de ocorrência e influências de diferentes fatores ambientais intrínsecos e extrínsecos, como a profundidade, hidrodinamismo, os níveis de luz, sedimento e variações de temperatura, afetando diretamente a produtividade e o crescimento (CREED & MONTEIRO, 2000).

1.1.1 Distribuição biogeográfica das espécies de angiospermas marinhas

Os dados de Short *et al.*, (2007) acerca da distribuição mundial de pradarias marinhas submersas demonstram um predomínio da espécie *H. wrightii* em 5 das 6 bio-regiões mundiais, sendo elas (1) Atlântico Norte Temperado, (2) Atlântico Tropical, (3) Mediterrâneo, (4) Pacífico Norte Temperado, (5) Tropical Indo-Pacífico e com exceção da (6) Oceanos Temperados do Sul. Já a espécie *H. decipiens* está presente em todas as bio-regiões com exceção da (1). A bio-região (5) tem a maior diversidade, com 24 espécies predominantes em águas profundas, com representantes dos gêneros *Cymodocea*, *Enhalus*, *Halodule*, *Halophila*, *Ruppia*, *Syringodium*, *Thalassia* e *Zostera*.

Segundo Copertino *et al.*, (2016), no Brasil, as angiospermas marinhas brasileiras pertencem a três gêneros: *Halodule*, *Halophila* e *Ruppia*, tendo como representantes as espécies *Halodule emarginata* den Hartog, *H. wrightii*, *Halophila baillonii* Ascherson ex Dickie, *H. decipiens* e *Ruppia maritima* L. Sendo *H. wrightii* a espécie que possui a maior distribuição na costa brasileira. Magalhães e Barros (2017) descreveram a sexta espécie ocorrendo na costa brasileira, mais precisamente na divisa entre Piauí e Ceará, *Halodule beaudettei* Hartog (Hartog).

A espécie *R. maritima*, por mais que tenha uma maior amplitude de distribuição, se encontra em poucos locais, em áreas estuarinas. Já a *H. decipiens* tem maior concentração entre os estados do Rio Grande no Norte ao Rio de Janeiro, porém acredita-se que haja mais bancos associados aos recifes costeiros ou em águas profundas, necessitando de mais estudos para delimitação mais específica de sua localização. A espécie a *H. wrightii* ocorre na costa nordeste do Brasil onde há águas mais quentes, formando extensas pradarias em grandes áreas e próxima das bordas dos recifes, sendo associada a várias espécies de algas, principalmente *Siphonales*, *Dictyotales* e *Ceramiales* (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1983).

1.1.2 Relações das pradarias marinhas com o ambiente

A salinidade em que as angiospermas marinhas costumam ocorrer variam entre 10 e 45‰, em estuários e ambientes costeiros hipersalinos. A zona entremarés é comumente pouco habitada por elas, onde estão sujeitas à exposição da luz solar durante os períodos de imersão. Algumas espécies podem ocorrer em profundidades superiores a 40 m, desde que recebam em média 11% da incidência de radiação solar abaixo da superfície da água e

estejam em águas com baixa turbidez. As pradarias marinhas estão sujeitas à mortalidade, principalmente em ambientes muito rasos, devido ao arraste, erosão e aterramento provocados pela alta mobilidade do sedimento em função das ondas (HERMMINGA & DUARTE, 2000; DUARTE & GATTUSO, 2008).

Estes ecossistemas são também influenciados pela eutrofização costeira, que aumenta o aporte de nutrientes para o meio, o que causa o aumento da biomassa fitoplanctônica, diminuindo a transparência da água e agindo como um fator limitante de disponibilidade de luz e nutrientes. Essa soma de fatores interfere na produção ecossistêmica equilibrada das espécies, o que estimula o crescimento de epífitas e macroalgas oportunistas, as quais podem sombrear e sufocar as pradarias (BORUM, 1996; HERMMINGA & DUARTE, 2000; CLOERN, 2001; DUARTE, 2002), tendo então uma cadeia de efeitos na estrutura do produtor primário, podendo alterar sua contribuição como fonte de carbono orgânico para peixes, invertebrados e toda a estrutura trófica (DUFFY, 2006).

Por terem uma elevada produtividade, além da capacidade de acumulação de sedimentos, têm um papel de importância na mitigação das mudanças climáticas por seu papel significativo no processo de sequestro de carbono do CO₂. Apesar das pradarias cobrirem apenas 0,5% dos fundos marinhos, elas contribuem armazenando 50% de todo o carbono estocado nos sedimentos marinhos (*blue carbon*) (DUARTE, *et al.*, 2013; COPERNINO, *et al.*, 2017).

Como os prados de angiospermas marinhas podem ocorrer na zona entremarés, eles estão sujeitos à exposição ao ar e ao sol durante os períodos de baixa-mar. Assim, o aquecimento global e o aumento da temperatura nos oceanos são fatores que afetam diretamente o metabolismo destas plantas, sua produtividade e reprodução, influenciando nos padrões sazonais e geográficos de abundância e distribuição das espécies. O efeito de queima das plantas, do inglês “burning”, pode ser observado quando se tem temperaturas de até 10°C acima da média sazonal, durante 3 a 4 horas, na primavera de regiões temperadas, quando as plantas são criticamente expostas ao sol e altas temperaturas sofrendo condições extremas, que levam à diminuição de abundância do banco (MCKENZIE, 2010). Barros *et al.*, (2013) registraram eventos de queima em pradarias de *H. wrightii* no nordeste do Brasil e também uma possível expansão recente de ocorrência da espécie para o sul do Brasil, o que pode tornar a espécie indicadora de efeitos do aquecimento global, na costa brasileira.

1.1.3 Biodiversidade associada às pradarias marinhas

Pradarias marinhas constituem habitat para, desde comunidades microbianas, microalgas e macroalgas, a pequenas e grandes espécies de invertebrados, que podem se associar de formas diferentes, aderindo-se à superfície das folhas (epifauna e epiflora), acima (epibentos) ou dentro do substrato das plantas (infauna); além do nécton e plâncton, que vivem na coluna d'água, visitando-as temporariamente ou não (NAKAOKA, 2005). Diversos grupos da macrofauna bentônica, representantes de todos os filos, podem estar associados a pradarias marinhas (HEMMINGA & DUARTE, 2000; NAKAOKA, 2005).

Comparando áreas vegetadas por *H. wrightii* com áreas não vegetadas no litoral norte de Pernambuco, Laranjeira *et al.*, (2018) observaram que, dentre os filos identificados, Mollusca e Annelida foram os únicos encontrados em ambos os ambientes, enquanto os demais filos, como Arthropoda (Crustacea: Amphipoda, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Pantopoda) Cnidaria, Echinodermata (Ophiuroidea) e Annelida (Sipuncula), ocorreram especialmente associados a *H. wrightii*. Isso demonstra a variedade de espécies que esse ambiente pode abrigar e sua importância para a biodiversidade da zona costeira. Os autores verificaram que dos 2.566 espécimes de macrofauna bentônica capturados, 2.493 estavam nas áreas vegetadas por *H. wrightii* e apenas 73 indivíduos, nas áreas sem vegetação.

Numa região estuarina de Knysna Bay, sul da África, Barnes (2022) também comparou áreas vegetadas por *Posidonia capensis* Setchell com áreas não vegetadas e encontrou uma fauna 9% mais abundante e 12% mais rica em espécies nas áreas vegetadas, sendo que a biodiversidade diminuiu em direção à nascente do rio, mas a taxa de declínio foi menor dentro da pradaria.

Comparando grupos da macrofauna bentônica associados às partes aérea e subterrânea de uma pradaria de *H. wrightii* em Fortaleza-CE, durante um ano, Barros e Rocha-Barreira (2009) dos 2179 indivíduos coletados, a maioria (1193 indivíduos) na parte aérea das plantas. Com uma similaridade geral de 57,2% entre as amostras, formou-se um grupo composto somente de amostras da parte subterrânea das plantas e outro grupo misto, mostrando que, apesar da maioria dos grupos ter ocorrido em ambos os estratos, as abundâncias foram distintas ao longo do tempo e mais similares dentro de cada estrato. A macrofauna foi composta por Ectoprocta, Hydrozoa, Ceriantharia, Nemertea, Polychaeta, Oligochaeta, Cumacea, Amphipoda, Isopoda, Brachyura, Malacóstracos(Tanaidacea, Mysidacea), Pycnogonida, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia e Ophiuroidea.

Em pradarias multiespecíficas do nordeste do Japão, Nakaoka *et al.*, (2001) verificaram que os moluscos constituíram o segundo grupo mais diverso da macrofauna bentônica associada a pradarias marinhas, com 15 espécies, depois dos artrópodes (45 espécies), e seguidos pelos poliquetos (11 espécies).

Cavalcante *et al.*, (2014) realizaram um estudo de acompanhamento entre 2010-2014 de um prado de *H. wrightii* da praia da Pedra Rachada, município de Paracuru, para avaliar variações nas comunidades da macrofauna bentônica. No estudo foi demonstrado que entre os moluscos, poliquetas e anfípodes, foram capturados um total de 46 indivíduos em 2010 e 103 indivíduos, em 2014. Em relação aos moluscos, foram 22 indivíduos de 8 famílias distintas. Foi observado que a abundância aumentou em todos os grupos no período de 2014 em relação a 2010 e a composição de espécies de moluscos e poliquetas variou. Além de ter tido variação nos dois períodos na representação dos diferentes grupos da macrofauna bentônica associada ao prado, tendo uma redução dos moluscos e aumento de poliquetas e anfípodes. Tendo sido apontado que entre 2010 e 2014, houve aumento na densidade, comprimento das folhas e biomassa de *H. wrightii*, o que influenciou a abundância da macrofauna bentônica associada.

Segundo Hemminga & Duarte (2000), os moluscos e outros invertebrados vivem associados às pradarias de angiospermas marinhas por se beneficiarem de diversas formas, dentre elas, a proteção física. As raízes e rizomas servem de substrato de fixação, garantindo a eles a estabilidade no sedimento que permite seu desenvolvimento. Além disso, os prados agem como barreira à força das correntes de água perto do sedimento, servindo também como berçário, abrigo contra predadores e suprimento de oxigênio, além de estabilizarem os parâmetros físico-químicos, como temperatura e salinidade. Short *et al.*, (2007) destacaram a ligação entre pradarias marinhas e os bivalves, mas Nakaoka (2005), em revisão, deixa claro que a presença das plantas não é fundamental para a ocorrência desses moluscos e que os efeitos das plantas sobre espécies suspensivas são complexos, embora geralmente tenham uma taxa de sobrevivência maior dentro das pradarias.

As assembleias de moluscos associadas aos prados de angiospermas marinhas podem funcionar como indicadoras de qualidade ambiental, uma vez que os moluscos são amplamente encontrados nos ecossistemas marinhos em todo o mundo, englobam espécies-chave para o funcionamento desses ecossistemas, apresentam uma mobilidade extremamente limitada ou completamente sésil quando adultos, têm potencial de alta dispersão larval, que permite um recrutamento mais rápido em locais contaminados; a maioria das espécies é de fácil acesso e apresenta limitada habilidade de excretar poluentes

(OEHLMANN & SCHULTE-OEHLMANN, 2003). A avaliação das alterações ambientais locais através de estudos de curto prazo são importantes, pois ajudam no diagnóstico das mudanças sazonais nas pradarias marinhas e seus efeitos sobre as assembleias de organismos específicos, como os moluscos (BARROS e ROCHA-BARREIRA, 2013).

A interferência no substrato de fixação pode interferir diretamente na sobrevivência das espécies de moluscos. Distúrbios no sedimento provenientes de tempestades ou ação de ondas, bem como bioturbação interferem na composição de espécies da assembleia bentônica local (SOARES-GOMES & PIRES-VANIN, 2003).

Possivelmente, o presente estudo será útil a estudos futuros na região estudada, auxiliando a compreender possíveis ações das alterações ambientais sobre a biodiversidade, especialmente considerando as variações climáticas globais, pois afetam diretamente os ecossistemas costeiros, as plantas e as assembleias de moluscos, refletindo em toda cadeia trófica na zona costeira.

1.2 Moluscos

O filo Mollusca tem uma grande diversidade, com mais de 150.000 espécies descritas. Dentre as oito classes que compõem esse filo, dá-se maior destaque as classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda. Os moluscos se destacam por estar entre os organismos macrobentônicos com maior riqueza e dominância, além de frequentemente fazerem associações bentônicas em regiões de água rasa (ROCHA e MARTINS, 1998).

Este filo tem um rico registro fóssil desde o Cambriano, o que possibilitou o estudo da vida evolutiva desses animais. Em linhas gerais, eles podem ser encontrados no mar, na água doce ou na terra, e são caracterizados pelo seu corpo mole dividido em cabeça, pé (que por vezes é muscular) e massa visceral, que está concentrada dorsoventralmente. Apresentam uma concha calcária que é secretada pelo manto, tendo função de proteção em algumas classes e podendo ter uma grande variedade de cores e formas, além da existência da rádula com um órgão alimentar raspador, mas modificado em algumas espécies. São bilateralmente simétricos, protostômios celomados (ex: coração envolto por uma cavidade celomática), tem um sistema vascular aberto em sua cavidade principal, a hemocele; seu órgão excretor é chamado de metanefrídio, tem trato digestivo completo e muitas vezes são dióicos (RUPERT & BARNES 2005; BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Os bivalves são facilmente reconhecidos por seu conjunto de duas valvas articuladas, realizam fecundação externa, sendo os gametas lançados na água onde são

fertilizados, tendem a se reproduzir num período de maior disponibilidade de alimento e a temperatura é o fator que mais influencia o seu ciclo reprodutivo. São animais filtradores, que se enterram e estendem seus sifões acima do solo para filtrar partículas suspensas na água. Se distinguem por diferenças de suas brânquias e seu modo de alimentação (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Os Gastrópodes compõem a maior classe do filo, adaptaram-se a uma ampla variedade de habitats, são comumente caracterizados pela sua concha espiral assimétrica contorcida, com exceção de algumas espécies e têm a presença de um ou dois pares de tentáculos (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Já os Scaphopoda se destacam por sua concha em forma de dente (tubular afilada e longa), além de aberta nas duas extremidades. São filtradores e possuem grupos de tentáculos contráteis longos e finos (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

1.3 Levantamento Bibliográfico

Os aspectos que estruturam os conjuntos de organismos que formam a comunidade fauna-angiospermas marinhas, podem ser reconhecidos como habitats, onde ocorrem variações na abundância, densidade, riqueza e diversidade da macrofauna ou flora associadas. Demonstrando maior complexidade do habitat, maior produtividade ou ambos, são compreendidos como superiores em áreas vegetadas, em relação às áreas de sedimento não vegetados. Entretanto, áreas sem vegetação podem apresentar um cenário de espécies diferentes, porém menos diversificado, o que pode aumentar a diversidade local (MARQUEZ & CREED, 2008; CASSARES & CREED, 2008).

Nesse sentido, a distribuição vertical e espaço-temporal de assembleias de moluscos associada a um banco de *H. wrightii*, demonstra que moluscos são sensíveis às variações sazonais como as chuvas, que também se reflete nas pradarias, sendo que os danos em um prado podem repercutir igualmente ao longo de toda a teia alimentar marinha do ecossistema (BARROS & ROCHA-BARREIRA, 2013). As autoras Barros & Rocha-Barreira (2013), identificaram 24 espécies, dentre elas, os bivalves tinham um maior número de espécies (11), seguidos pelos gastrópodes (9), os quais foram a classe mais abundante (73%), tendo a maior abundância das classes de molusco ocorrendo na parte subterrânea do banco. O estudo atribuiu maior importância no papel das ervas marinhas nas variações sazonais e verticais da fauna de moluscos, como também o papel secundário da biomassa da epífita

Hypnea musciformis (Lamouroux, 1813) sobre as variações temporais das espécies na parte aérea da pradaria.

Há trabalhos cerca do estudo com as assembleias de moluscos em associação com pradarias marinhas abordando diferentes focos de estudo, como o caso do trabalho de Alves & Araújo (1999), que descreve o hábito alimentar das espécies de moluscos associados a *H. wrightii* da costa leste da Ilha de Itamaracá, a fim de descrever e ampliar os conhecimentos sobre esse ecossistema. Assim como Mills & Berkenbush (2009), que estudam a fragmentação das pradarias em manchas tem forte relação com as assembleias infaunal, como a associação de moluscos aos prados, ainda podendo variar em dois diferentes habitats de pradarias de zona entremarés, as áreas fragmentadas e as zonas contínuas.

Entre estudos também que foram realizados pelo mundo, como o de Marina et al. (2012), abordou a taxocenose de moluscos associados a uma pradaria de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. na Baía de Genoveses, na AMP “Parque Natural Cabo de Gata-Níjar” (sudeste de Espanha), durante 1 ano. Um total de 64.824 indivíduos foram coletados e identificados em 54 espécies. A fauna de moluscos foi composta principalmente por gastrópodes (99,56% dos indivíduos, 43 spp.), sendo as famílias Rissoidae (72,98%, 11 spp.) e Trochidae (16,93%, 7 spp.) as mais abundantes e diversificadas em número de espécies, já os bivalves representaram apenas 0,41% (10 espécies). Foi avaliado a abundância nos meses frios (dezembro a março) foram significativamente maiores do que nos meses quentes (junho e julho). A riqueza de espécies (*S*) foi avaliada quanto a amostras noturnas (maior) e diurnas (menor), atingindo valores máximos nas amostras diurnas de março e junho. E o trabalho de Nakaoka (2005), que realizou um estudo comparativo no Japão e na Tailândia, sobre a estrutura da comunidade epifaunal e sua interação nas pradarias marinhas, que coletou informações detalhadas sobre pontos chaves das características da história de vida das espécies, para compreender mais sobre a relação da abundância populacional da epifauna com as plantas.

Tratando-se das diferentes abordagens para a amostragem e coleta de angiospermas e sua macrofauna bentônica associada, há o estudo de Creed & Knupp (2011), que realizaram as coletas amostrais em 26 transectos em bancos localizados em um canal que liga a Lagoa hipersalina de Araruama ao mar, Cabo Frio, sudeste do Brasil, onde delimitaram um prado de *H. wrightii*, teve como intuito caracterizar e quantificar a malacofauna bentônica presente na área. Nas amostras da Ilha do Japonês, dos 37 táxons encontrados, se destacam as classes Bivalvia e Gastropoda. Um compilado de fenômenos ambientais segundos os autores, tornam a área de coleta um cenário oceanográfico tropical atípico, criando um habitat certamente

único no sudoeste atlântico. Apontando que a assembleia de moluscos daquela região apresentou um aumento na densidade e riqueza média de espécies-chave ao longo do gradiente orla-mar. Se destacando também as diferenças entre as assembléias de moluscos observadas que em menores escalas espaciais, teriam uma forte interação com o gradiente onshore-offshore em relação a estabilidade ambiental que a pradaria se encontrava, devido a influências impostas pelo regime de exposição ao ar/profundidade e consequentes gradientes de temperatura, dessecação, luz, disponibilidade de nutrientes e gases.

E o estudo de Cavalcante et al. (2019) na praia de Barra Grande no Piauí, Brasil, sobre moluscos associados aos prados da região, buscou averiguar as influências das áreas vegetadas na malacofauna em diferentes escalas temporais e espaciais. Na área do estudo, foram registrados leitões longos e densos de *H. wrightii* separados de seus arredores por banco de areia ou recifes de arenito e a ocorrência de *H. decipiens* num pequeno banco sempre submerso. Foram coletados 1.476 indivíduos pertencentes a 53 espécies de moluscos, compostas pelas classes Bivalvia, Gastropoda e Polyplacophora, sendo Gastropoda a classe de maior destaque para as famílias Pyramidellidae a mais rica e Neritidae a mais abundante. Já a classe Bivalvia contou com a família Tellinidae de maior riqueza e abundância nos prados seguida por Lucinidae.

Dessa forma, por mais que os moluscos sejam atualmente uma das comunidades mais bem estudadas, em se tratando de fauna associada a pradarias marinhas, ainda existem muitas perguntas a serem respondidas sobre a relação dessas espécies e a composição e biologia do ecossistema em que estão inseridas. Pouca atenção vem sendo dada aos efeitos das diferenças na paisagem das pradarias (distribuição em manchas, variações morfológicas espaciais das plantas, coabitações de espécies de plantas) sobre populações e comunidades.

1.4 Hipótese

Existe um efeito negativo sobre as assembleias de moluscos associados às pradarias que sofrem exposição esporádica ao ar e à radiação solar, se comparado às áreas sempre submersas destas pradarias.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo Geral*

Verificar o efeito da exposição esporádica das pradarias marinhas, durante a maré baixa, sobre as assembleias de moluscos associadas, em comparação a áreas sempre submersas.

1.5.2 *Objetivo Específico*

- Identificar as espécies de moluscos associadas às pradarias marinhas da região da Costa Branca do Rio Grande do Norte;
- Determinar as espécies mais frequentes e dominantes nestas pradarias;
- Comparar os descritores ecológicos das assembleias de moluscos (abundância total, diversidade, equitabilidade e riqueza) em relação às áreas sempre submersas e áreas expostas ao ar das pradarias marinhas.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O presente estudo explora uma faixa do litoral do Rio Grande do Norte (RN) situada no extremo Nordeste, encontrando-se banhado pelo oceano Atlântico do norte do estado ao leste. É composto por uma extensão litorânea de 410 km, ao sul em divisa com o Estado da Paraíba e a oeste com o Estado do Ceará. Além disso, este litoral tem a presença de (“beachrocks”), que são os depósitos sedimentados em linhas de rochas praias, quase paralelas à linha de costa, as quais acarretam na alteração do padrão de arrebentação das ondas, gerando enseadas e acentuada erosão nas áreas de interrupção destas (VITAL, 2006).

O litoral do Rio Grande do Norte, tem duas subdivisões, o Litoral Oriental e o Litoral Setentrional, a área de estudo ocorre no Litoral Setentrional, a qual é limitada no lado leste pelo Cabo Calcanhar, localizado no município de Touros e a oeste pela praia de Tibau, o município de Tibau fica na divisão entre os estados do RN e CE. Essa área compreende uma extensão de 244 km e constitui de 59% do litoral do RN, sendo 194 km (80%) de praias arenosas, 10 km (4%) de praias lamosas, restritas às desembocaduras dos rios Piranhas-Açu, e 40 km (16%) de falésias ativas. O clima predominante é caracterizado pelo tropical quente e seco ou semiárido, exceto na costa litorânea oriental e regiões de relevo mais elevado no interior que predomina o semiárido seco (VITAL, 2006 apud NIMER, 1989).

As precipitações no litoral podem alcançar 600-800mm por ano, usualmente mais intensas entre o verão e outono nos meses de Fevereiro e Junho, as temperaturas anuais variam entre 24°C e 35°C, costumando ser mais quentes no mês de fevereiro. Acarretando em média de 8 meses de seca, se tornando o trecho mais árido do litoral brasileiro, tendo então evapotranspiração potencial da região ($< 1.600 \text{ mm.ano}^{-1}$) (ROCHA, 2005; VITAL, 2006). Os ventos podem ter direção resultante entre Leste e o Sudeste em grande parte do ano (DINIZ et. al, 2020), acarretando numa deriva costeira unidirecional, fluindo de Leste para Oeste durante todo o ano (VITAL, 2006).

A Costa Branca é uma porção da Costa Semiárida Brasileira que se estende por 230 km entre os estados do Ceará e o Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte, a região sofre com a intensa deriva litorânea unidirecional relacionada com um balanço sedimentar negativo além da perda de sedimentos para o continente com a formação dos campos dunares. A tectônica da região também é um fator que afeta a erosão costeira, pois as feições de fundo na plataforma, estão intimamente envolvidas pela estruturação tectônica,

também são responsáveis pelo trapeamento de sedimentos em locais específicos, causando na costa zonas de erosão acentuada (VITAL, 2006).

Segundo Diniz e Oliveira (2016), levando-se em conta que a geometria da linha de costa pode afetar as interações atmosfera-terra-oceano. De forma que o da Costa Branca é principalmente côncavo, por conta dos ventos alísios com brisa terrestre, devido ao fenômeno de convergência, que se dá em sua maioria sobre os oceanos, causando propensão a ter maior rigor de semiaridez.

Sendo, também a geometria da costa responsável por interferir na direção dos ventos, afetando consequentemente a orientação dos transpasses de dunas por deriva eólica. A Costa Branca recebe esse nome por ter uma paisagem marcada por dunas brancas e salinas e planícies hipersalinas, devido aos deltas da região apresentarem uma alta salinidade das águas (DINIZ & OLIVEIRA, 2016). As dunas alvas da Costa Branca são predominantemente barcanas ou parabólicas, móveis ou semi-fixas, ocupando a faixa de terra frontal ao mar (DINIZ et al., 2020).

Os ventos podem variar sazonalmente, por conta das intensas brisas de terra-mar, as quais afetam principalmente as planícies flúvio-marinhas dos rios Açu e Mossoró, além da planície de maré de Galinhos-Guamaré (DINIZ, 2013). As ondas da região tem um ângulo de incidência predominantemente paralelo à linha de costa, anulando o transporte longitudinal, o qual é responsável pelo acúmulo sedimentar em forma de deltas na foz dos rios Apodi-Mossoró (RN) e do Piranhas-Açu (RN) e no delta de maré vazante em Galinhos/Guamaré (RN) e Icapuí (CE) (DINIZ et. al, 2020). Esses fatores, contribuem para que os estuários da região sejam naturalmente hipersalinos, podendo atingir os maiores valores de salinidade de águas estuarinas do país maiores, com níveis chegando a ser maiores que do oceano em direção ao continente, podendo ser considerados estuários invertidos (SILVA *et al.*, 2009; COSTA, 2010).

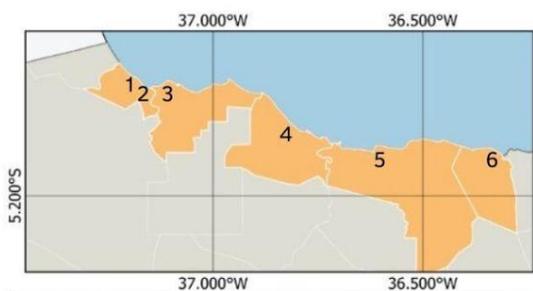
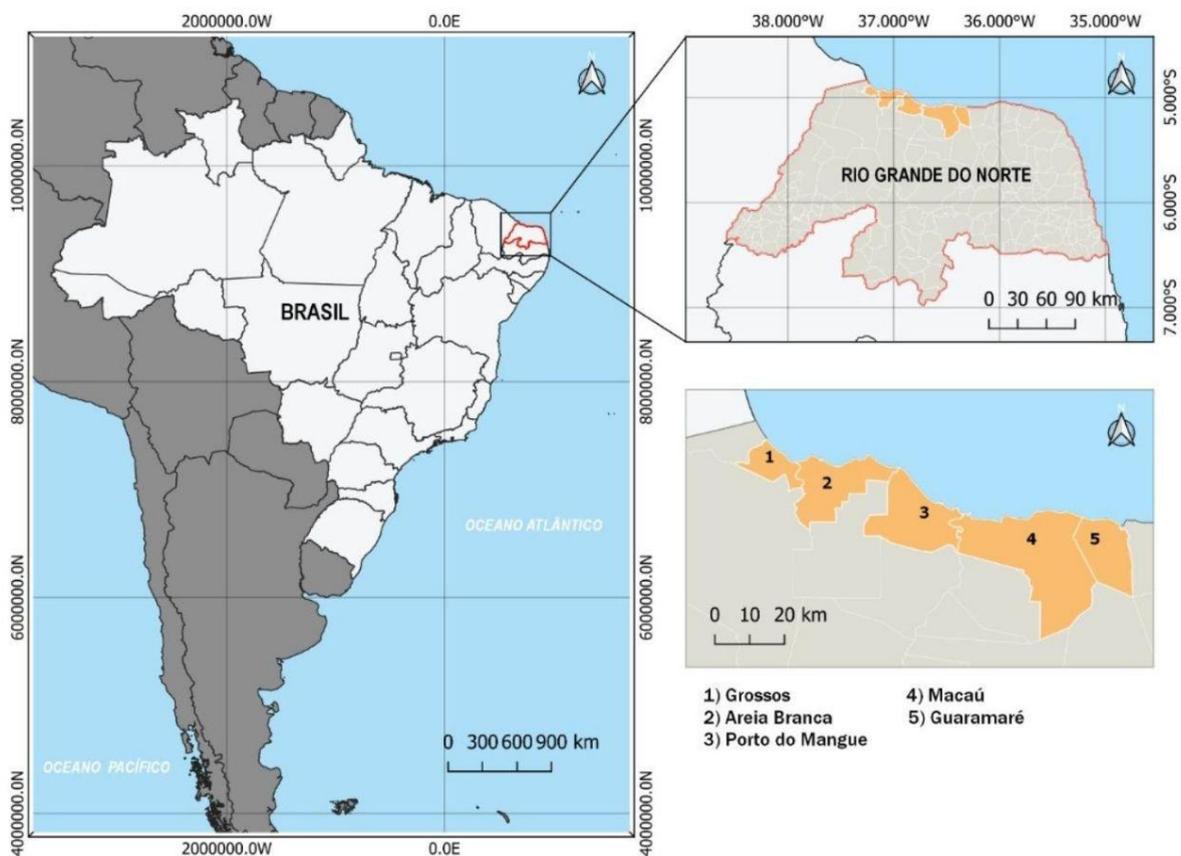
O presente estudo concentrou-se na fauna de moluscos associados a pradarias marinhas mapeadas e caracterizadas por Nogueira (2021), sendo elas:

- Praia de Pernambuquinho (4°55'59.67" S 37°9'36.39" O), Município de Grossos-RN – Pradaria paralela à praia, nas imediações do complexo estuarino Apodi-Mossoró, dominada pela ocorrência de *Halodule wrightii* e manchas de *Halophila decipiens* e *Halodule wrightii*, nas áreas submersas na maré baixa;
- Barra (4°56'50.25" S 37°9'5.42" O), Município de Grossos-RN – Pradaria no complexo estuarino Apodi-Mossoró, com características mais estuarinas e substrato lamoso, localizada na margem esquerda da foz e limitada pelo leito do rio e bancos arenosos.

Registra a ocorrência de *Halodule wrightii*, com crescimento recente na região (Barros *et al.*, *em prep.*);

- Praia de Upanema (4°55'47.35" S 37°8'7.73" O), Município de Areia Branca-RN – Pradaria de *Halodule wrightii* paralela à praia, nas imediações do complexo estuarino Apodi-Mossoró;
- Estuário do Rio das Conchas (5°3'57.18" S 36°46'34.46" O), Município de Porto do Mangue-RN – Pequeno banco de *Halophila decipiens*, paralelo à margem do rio, submerso durante a maré baixa e estabelecido em substrato areno-lamoso;
- Praia de Camapum (5°5'23.44" S 36°37'56.10" O), Município de Macau-RN – Pradaria dominada por *Halodule wrightii*, com manchas de *Halophila decipiens*, paralela à praia, situada entre a Foz do Rio Piranhas e o complexo estuarino Guamaré-Galinhos.
- Praia do Presídio (5°5'55.37" S 36°18'45.55" O), Município de Guamaré-RN – A pradaria de maior complexidade ambiental de todas as pradarias da região, que apresentou plantas bem desenvolvidas, com a ocorrência de duas espécies de angiospermas marinhas (*Halodule wrightii* e *Halophila decipiens*) e manchas entrecortadas por cordões arenosos e alta diversidade de macroalgas associadas.

Figura 1. Localização dos 5 municípios que ocorrem ao longo da região da Costa Branca, no Estado do Rio Grande do Norte, litoral semiárido brasileiro. A linha vermelha localiza o estado do Rio Grande do Norte e as praias da Costa Branca estão destacadas em laranja.



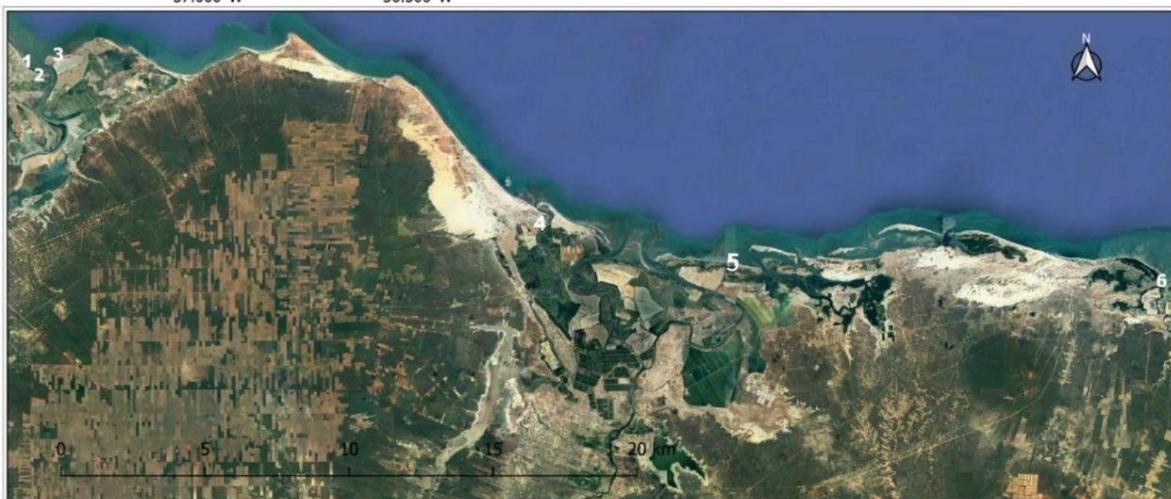
Grossos (RN):
1) Praia de Pernambuco
2) Barra

Macaú (RN):
5) Praia de Camupum

Areia Branca (RN):
3) Praia de Upanema

Guaramaré (RN):
6) Praia do Presídio

Porto do Mangue (RN):
4) Estuário do Rio das Conchas

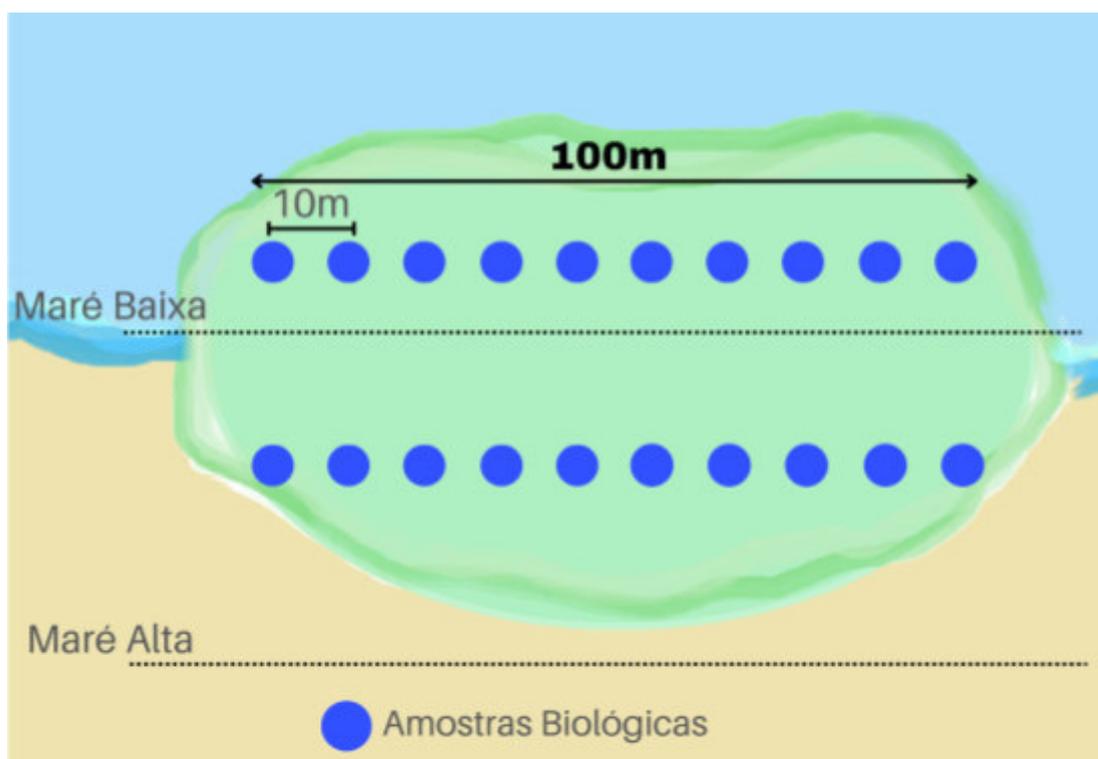


Fonte: Produção Lúcia Alencar.

2.2 Desenho experimental e trabalho de campo

As coletas foram realizadas por Nogueira (2021), entre Março e Junho de 2018 foram realizadas uma coleta em cada pradaria das praias da região da Costa Branca, tendo sido estabelecidas duas transecções (**Fig. 2**), conforme a exposição ao ar, durante os períodos de maré baixa (de até 0,2 m). Sendo estabelecida uma linhas de 100 metros paralela a costa, subdividida em 10 pontos, localizado um transecto em região completamente exposta e outro em região submersa em maré baixa, cerca de 15 cm de coluna de água em torno do centro da pradaria.

Figura 2. Desenho Amostral utilizado para a coleta das amostras, nas áreas expostas e submersas, durante a maré baixa, nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Desenho Autoral.

Foram coletadas 20 amostras por praia, sendo 10 amostras para cada um dos dois transectos (exposto x submerso). Com exceção da praia de Upanema e no estuário do Rio das Conchas, que apenas foram coletadas as amostras da transecção da área submersa. Então, foram totalizadas 100 amostras coletadas, sendo 60 delas em áreas submersas e as outras 40 em áreas de pradarias expostas ao ar. Em cada transecção, foram coletados sedimento, plantas e macrofauna bentônica associada, foram recolhidos então, 10 testemunhos (em cada ponto),

distantes 10 metros um do outro, com auxílio de um tubo coletor de PVC com 10 cm de diâmetro, o qual foi enterrado numa profundidade de 10cm, seguindo a metodologia para estudos com fauna associada (Raz-Guzman & Grizzle, 2001), conforme visualizado na (Fig. 3).

Figura 3. Metodologia Amostragem dos Testemunhos das Plantas e Sedimento Contendo a Macrofauna nas Pradarias da Região do Estuário do Rio Pacoti-CE. (para fins de ilustração). A. Tubo coletor de PVC inserido a 10 cm no sedimento; B. e C. Parcela do sedimento removido para o estudo; 1. Rizoma de *H. wrightii*; D. Lavagem do sedimento em malha 0,5 cm; E. Sedimento após a lavagem; F. Transferência de sedimento para saco plástico etiquetado.



Fonte: Arquivo pessoal.

As amostras foram previamente lavadas em água do mar, usando-se uma malha de nylon com 0,5 mm de abertura, a fim de remover o excesso de sedimentos e reter a macrofauna bentônica associada. As amostras contendo material biológico foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas com suas identificações, resfriadas em caixa

térmica com gelo e levadas ao Laboratório de Zoobentos, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará (Labomar/UFC), onde foram congeladas até o processamento.

2.3 Processamento das Amostras

No laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente, usando-se uma peneira com 0,5 mm de abertura e depois as algas foram separadas e congeladas e os os macrobentos foram fixadas em álcool a 70%, contendo o corante rosa de Bengala por pelo menos 48h, para facilitar a separação da macrofauna dos resíduos de sedimento.

A separação dos espécimes foi realizada com auxílio de lupa estereomicroscópica, pinças e placas de Petri; a identificação das espécies de moluscos contou, ainda, com a utilização de literatura especializada (RIOS, 1994; RIOS 2009; ABBOTT, 1961; HENRY-SILVA *et al.*, 2017), além do uso da plataforma World Register of Marine Species-WoRMS (HORTON *et al.*, 2022), para atualização taxonômica.

2.4 Análises estatísticas

A malacofauna associada às pradarias da região da Costa Branca foi analisada por região, conforme a atuação da maré (transecções) e local (praias/pradaria), conforme considerando os seguintes descritores, citados abaixo:

- Frequência de ocorrência: Foi obtida através da divisão do número de ocorrências de cada espécie nas amostras pelo número total de amostras de cada praia/pradaria e depois multiplicando-se este valor por 100. Assim, a classificação da frequência das espécies considerou o seguinte critério:
 - > 70% - Muito Frequente
 - 70% – 40% - Frequente
 - 40% – 10% - Pouco Frequente
 - < 10% - Raro
- Dominância relativa: Percentual da abundância de cada espécie (número total de indivíduos coletados na amostra) foi obtida dividindo-se a abundância de cada espécie pela abundância total de indivíduos coletados em cada transecção.
- Densidade: Número de indivíduos de cada espécie por metro quadrado (ind m^{-2}), obtida dividindo-se o número de indivíduos de cada espécie (abundância) em cada amostra

pela área do amostrador (0,157 m²). Uma densidade média de cada espécie foi calculada para as áreas expostas e submersas das pradarias.

- Equitabilidade de Pielou (J'): Expressa o modo como o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, indicando se as diferentes espécies possuem abundância semelhantes ou divergentes. Para a equitabilidade, foram utilizadas as seguintes especificações:
 $J' > 0,5 =$ equitabilidade alta $J' < 0,5 =$ equitabilidade baixa
- A Riqueza de Margalef (D'): Expressa a riqueza de espécies, considerando o número de espécies ($S-1$) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos.
- O Índice de Simpson ($1 - D$): Visa medir a probabilidade de que dois indivíduos sejam selecionados aleatoriamente de uma amostra, pertencendo a espécies diferentes.. O valor desse índice varia entre 0 e 1, sendo o maior maior o valor, referido a maior a diversidade amostral. Nesse caso, o índice representa a probabilidade de dois indivíduos selecionados aleatoriamente de uma amostra pertencerem a espécies diferentes.

Para cada transecção amostrada ao longo da Costa Branca, esses descritores foram avaliados usando-se a rotina “diverse” do software Primer ®, versão 6.1.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; Clarke & Warwick, 2001). Para efeito de classificação, uma equitabilidade maior que 0,5 foi considerada alta; e menor que 0,5, foi considerada baixa.

Foram gerados gráficos de escalonamento multidimensional (MDS), baseados nas abundâncias totais das espécies em cada amostra, previamente transformadas em $\log(x+1)$, a fim de observar a dispersão das amostras, quanto aos sítios estudados e quanto às áreas das pradarias (expostas x submersas, em condições de maré baixa). Análises de similaridade (ANOSIM) entre sítios e áreas de pradaria amostrados também foram geradas, a fim de verificar as diferenças entre os grupos de amostras coletadas em áreas sempre submersas e expostas ao ar, nestas pradarias, com um máximo de 999 permutações. Baseados na abundância total e na presença/ausência das espécies nas pradarias, testes de percentual de similaridade (SIMPER) também foram obtidos para verificar as similaridades e dissimilaridades entre as amostras e respectivas contribuições das espécies capturadas. Tanto os gráficos de MDS, foi usado a similaridade de Bray Curtis, quanto os testes ANOSIM e SIMPER foram gerados no software Primer®, versão 6.1.6 (CLARKE & WARWICK, 2001).

Os índices descritores das comunidades foram comparados quanto às pradarias estudadas e efeito da exposição esporádica ao ar na maré baixa, após testadas a normalidade e homocedasticidade das variáveis, tendo sido utilizados testes de variância de Kruskal-Wallis,

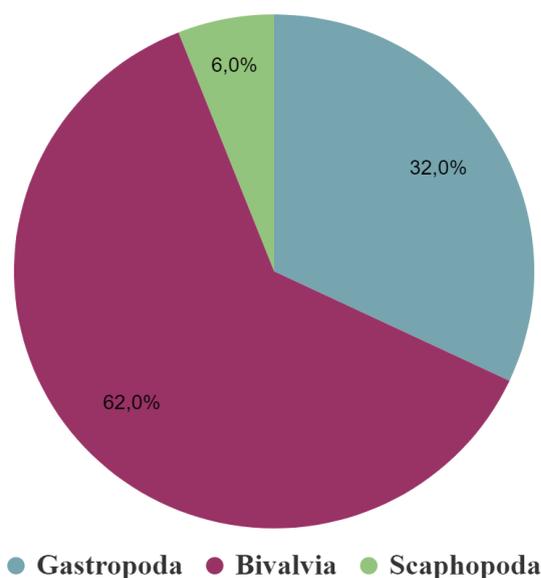
obtidos através do software STATISTICA® versão 7.0 (STATSOFT, 2003). Ainda, os conjuntos dos descritores foram avaliados quanto aos mesmos fatores e também a interação entre estes dois fatores, através de uma PerManova de duas vias, derivada de 9.999 permutações e baseada numa matriz de distância euclidiana, usando o software PAST® (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis; ANDERSON, 2001).

3 RESULTADOS

Foram capturados 785 indivíduos pertencentes ao Filo Mollusca nas pradarias marinhas das áreas rasas das praias localizadas ao longo da região da Costa Branca do Rio Grande do Norte, sendo 249 indivíduos, pertencentes a 33 espécies nas áreas das pradarias expostas ao ar, durante a maré baixa; e 536 indivíduos pertencentes a 39 espécies nas áreas submersas destas pradarias, também levando-se em consideração que 32 espécies tanto na área submersa quanto na área exposta das pradarias (**Tab.1**). Estes indivíduos juntos pertencem a um total de 50 espécies, dentro das classes Bivalvia (62%), Gastropoda (32%) e Scaphopoda (6%) (**Fig. 4**), com uma maior riqueza de espécies nas áreas submersas das pradarias.

Figura 4. Abundância nas classes do Filo Mollusca das espécies associadas às pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.

Representatividade das espécies nas Classes de Mollusca



Fonte: Dados da pesquisa.

Levando em conta as espécies de destaque no presente trabalho e com base nos descritores ecológicos das assembleias de moluscos (abundância total, diversidade, equitabilidade e riqueza). Pode-se afirmar que, as espécies em destaque observadas com alta dominância e frequência no presente trabalho são os gastrópodes *Eulithidium affine* (C. B. Adams, 1850), seguida pela espécie *Benthonella tenella* (Jeffreys, 1869) em que ambas

apresentaram a mesma densidade (**Tab. 1; Figs. 5, 6**) e por *Vitta meleagris* (Lamarck, 1822). Em relação aos representantes de bivalves com a maior densidade foram as espécies *Nucula semiornata* (d'Orbigny, 1842) e *Anomalocardia flexuosa* (Roding, 1769).

Nas áreas das pradarias expostas ao ar durante a maré baixa, as espécies *Vitta meleagris* (Lamarck, 1822) e *Olivella minuta* (Link, 1807) foram as mais frequentes, mas com relação à dominância e à densidade, *B. tenella* aparece com maior destaque, acompanhada pelas espécies *V. meleagris* e *O. minuta* (**Figs. 5, 6**). Já nas áreas submersas das pradarias, a espécie mais frequente foi *Nucula semiornata* (d'Orbigny, 1842), seguida por *E. affine* e *B. tenella*, sendo que *E. affine* teve as maiores dominância relativa e densidade, seguida por *B. tenella* (**Figs. 5, 6**). Contudo, mesmo as espécies consideradas mais frequentes, foram classificadas como pouco frequentes ou raras nas pradarias, ao longo da região estudada (**Tab. 1**).

Tabela 1. Classificação taxonômica das 50 espécies de moluscos associadas às pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, no Rio Grande do Norte, Brasil.

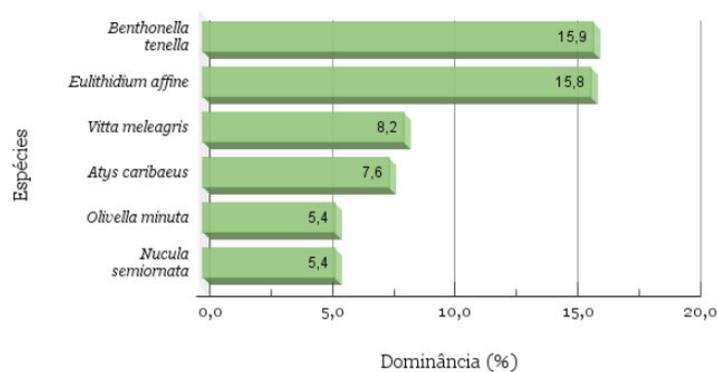
Classe	Ordem	Família	Espécie	Frequência Geral %	Riqueza A. Exposta/ Submersa	
Gastropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1778)	10	Exposta/ Submersa	
		Bullidea	<i>Bulla occidentalis</i> (A. Adams, 1850)	20	Exposta/ Submersa	
	Cephalaspida	Haminoeidae	<i>Atys caribaeus</i> (d'Orbigny, 1841)	21	Exposta/ Submersa	
			<i>Haminoea elegans</i> (Gray, 1825)	2	Submersa	
		Tornatinidae	<i>Haminoea petiti</i> (d'Orbigny, 1841)	8	Exposta/ Submersa	
			<i>Acteocina bullata</i> (Kiener, 1834)	6	Submersa	
	Cycloneritida	Neritidae	<i>Smaragdia viridis</i> (Linnaeus, 1758)	4	Exposta/ Submersa	
			<i>Vitta meliagris</i> (Lamarck, 1822)	16	Exposta/ Submersa	
	Neogastropoda	Columbellidae	<i>Vitta virginea</i> (Linnaeus, 1758)	5	Exposta/ Submersa	
			<i>Costoanachis catenata</i> (G. B. Sowerby I, 1844)	8	Submersa	
		Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	18	Exposta/ Submersa	
			<i>Fissurella clenchi</i> (Pérez Farfante, 1943)	2	Exposta/ Submersa	
		Litetellida	Fissurellidae	<i>Natica livida</i> (Pfeiffer, 1840)	1	Submersa
				<i>Benthonella tenella</i> (Jefferys, 1869)	27	Exposta/ Submersa
		Littorinimorpha	Pyramidellidae	<i>Turbonilla interrupta</i> (Totten, 1835)	1	Exposta/ Submersa
<i>Eulithidium affine</i> (C. B. Adams, 1850)	25			Exposta/ Submersa		
Bivalvia	Arcida	Arcidea	<i>Anadara notabilis</i> (Roding, 1798)	3	Exposta/ Submersa	
		Cardiida	<i>Dallocardia muricata</i> (Linnaeus, 1758)	1	Submersa	
	<i>Leavocardium brasilianum</i> (Lamarck, 1819)		1	Exposta/ Submersa		
	<i>Leavocardium pictum</i> (Ravenel, 1861)		1	Exposta/ Submersa		
	Cardiida	Crassatellidae	<i>Crassinella humulata</i> (Conrad, 1834)	2	Submersa	
		Donacidae	<i>Donax striatus</i> (Linnaeus, 1767)	2	Exposta/ Submersa	
		Psammobiidae	<i>Asaphis deflorata</i> (Linnaeus, 1758)	1	Submersa	
	Semelidae		<i>Abra aequalis</i> (Say, 1822)	5	Exposta/ Submersa	

			<i>Cuminga lamellosa</i> (G. B. Sowerby I, 1833)	4	Exposta/ Submersa	
		Solecurtidae	<i>Tagelus divisus</i> (Spengler, 1794)	1	Submersa	
		Tellinidea	<i>Amerritella sybaritica</i> (Dall, 1881)	12	Exposta/ Submersa	
			<i>Eurytellina nitens</i> (C. B. Adams, 1845)	1	Exposta/ Submersa	
			<i>Macoplama tenta</i> (Say, 1838)	8	Exposta/ Submersa	
			<i>Tellina versicolor</i> (De Kay, 1843)	9	Exposta/ Submersa	
			<i>Cearatobornia cema</i> (Narchi, 1966)	1	Submersa	
	Galeommatida	Laseaidae	<i>Cavilinga blanda</i> (Dall, 1901)	4	Exposta/ Submersa	
	Lucinida	Lucinidae	<i>Ctena orbiculata</i> (Montagu, 1808)	11	Exposta/ Submersa	
				<i>Divalinga quadrisulcata</i> (d'Orbigny, 1846)	7	Exposta/ Submersa
				<i>Phacoides pectinatus</i> (Gmelin, 1791)	14	Exposta/ Submersa
				<i>Caryocorbula contracta</i> (Say, 1822)	2	Exposta/ Submersa
				<i>Caryocorbula swiftiana</i> (C. B. Adams, 1852)	6	Exposta/ Submersa
	Myida	Corbulidae	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	19	Exposta/ Submersa	
			Mytilidae	<i>Modiolus americanus</i> (Leach, 1815)	1	Submersa
				<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	4	Exposta/ Submersa
	Nuculida	Nuculidae	<i>Nucula semiornata</i> (d'Orbigny, 1842)	12	Submersa	
	Ostreida	Margaritidae	<i>Pinctada imbricata</i> (Roding, 1798)	3	Submersa	
	Venerida	Ungulinidae	<i>Diplodonta nucleiformis</i> (W. Wagner, 1840)	1	Submersa	
				<i>Anomalocardia flexuosa</i> (Roding, 1769)	13	Exposta/ Submersa
		Veneridae	<i>Chione cancellata</i> (Linnaeus, 1767)	7	Submersa	
				<i>Lamelliconcha circinata</i> (Born, 1778)	1	Submersa
				<i>Tivela mactroides</i> (Born, 1778)	4	Exposta
				<i>Graptacme eborea</i> (Conrad, 1846)	1	Submersa
	Scaphopoda	Dentaliida	<i>Paradentalium disparile</i> (d'Orbigny, 1847)	2	Submersa	
				<i>Paradentalium gouldii</i> (Dall, 1889)	4	Exposta/ Submersa

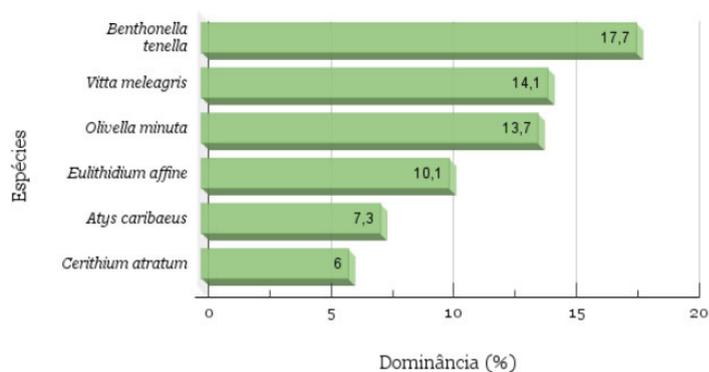
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 5. Dominância relativa das espécies de moluscos associados a pradarias marinhas das áreas rasas, Rio Grande do Norte, Brasil. Nos gráficos, a representação das espécies com dominância relativa acima de 5%.

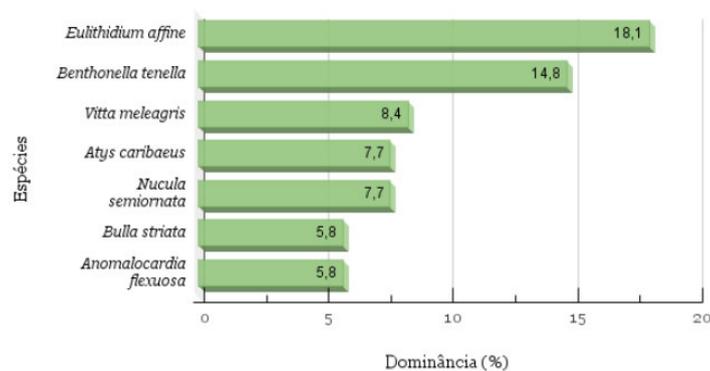
Moluscos Dominantes nas Pradarias



Áreas Expostas das Pradarias

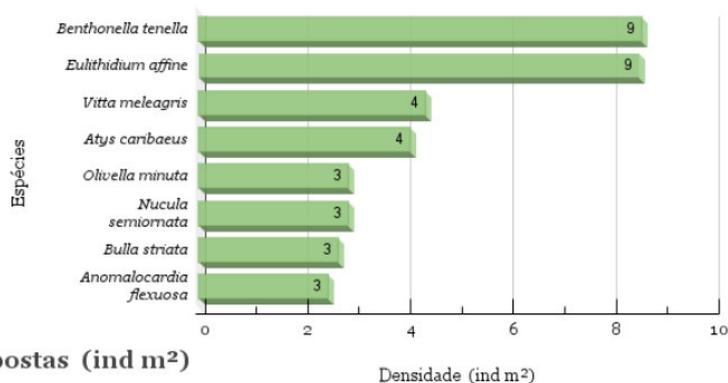
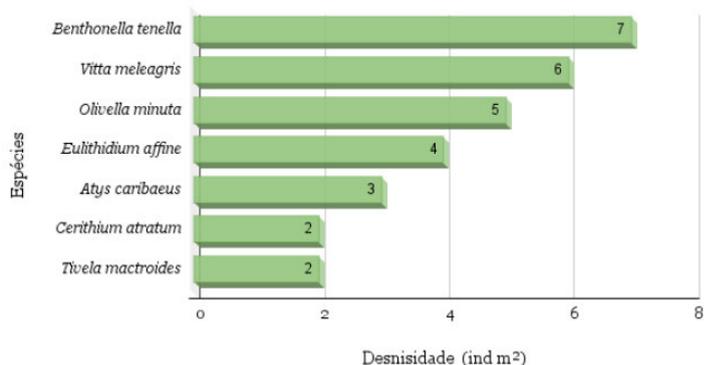
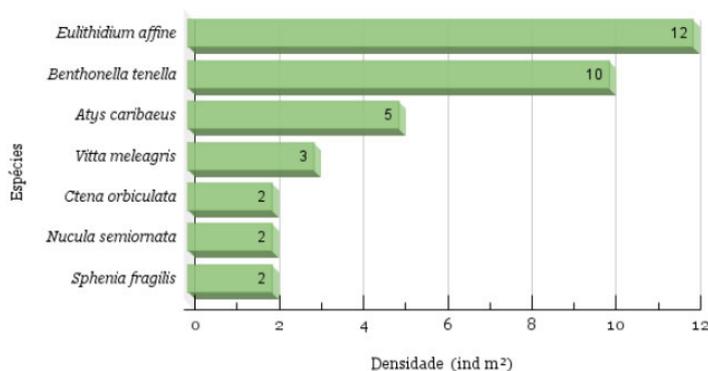


Áreas Submersas das Pradarias



Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 6. Densidade de indivíduos por metro quadrado das espécies de moluscos associados a pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.

Maiores Densidades das Pradarias da Costa Branca- RN (ind m²)Maiores Densidade nas Áreas expostas (ind m²)Maiores Densidades nas Subersas (ind m²)

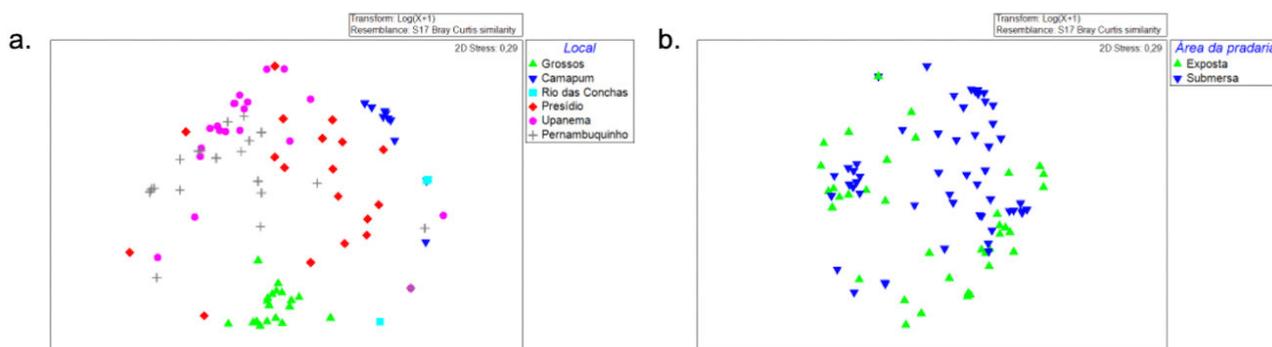
Fonte: Dados de pesquisa.

Levando em conta os resultados do índice de dominância de Simpson (D-1) calculado neste trabalho, que foi de 0,9033 para as áreas expostas e 0,9163 para as áreas submersas, demonstrando um valor de discrepância muito baixo entre as duas áreas.

O gráfico do MDS mostrou que apenas as amostras coletadas na Barra (Grossos) e Camapum formaram grupos de amostras mais distintos (**Fig. 7a**), mas de acordo com o teste ANOSIM, somente as amostras de Grossos foram estatisticamente diferentes das demais (**Tab. 2**). O teste do percentual de similaridade mostrou que as amostras das pradarias localizadas nestes dois sítios apresentaram as similaridades mais altas entre si (37,9% e 31,9%, respectivamente), em relação às demais, embora elas tenham apresentado amostras pouco similares (**Tab. 3**).

As similaridades entre os conjuntos de amostras das áreas expostas e submersas (**Fig. 7b**) foram significativamente diferentes (ANOSIM, $R_{\text{global}}=0,102$; $p=0,001$) e, quando confrontados (amostras de áreas expostas x submersas), apresentaram mais de 90% de dissimilaridade entre si (**Tab. 4**), tanto considerando a abundância (92,1%) quanto a presença e ausência das espécies (90,7%). A baixa similaridade entre as amostras das áreas expostas ao ar teve maior contribuição da ocorrência de *Olivella minuta* (32,9%), e das áreas submersas, de *Eulithidium affine* (36,5%).

Figura 7. Gráficos resultantes do escalonamento multidimensional (MDS), considerando a abundância das espécies de moluscos coletadas nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil. Legenda: **a.** Gráfico do MDS que considerou os locais amostrados como fatores; **b.** Gráfico que considerou as áreas amostradas nas pradarias (expostas x submersas).



Fonte: Dados de pesquisa.

Tabela 2. Resultados das análises de similaridade (teste ANOSIM) entre as amostras de moluscos coletadas nas 6 pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.

Grupos	R Global	Nível de significância (%)
Grossos x Camapum	0,902	0,1
Grossos x Rio das Conchas	0,948	0,1
Grossos x Presídio	0,573	0,1
Grossos x Upanema	0,762	0,1
Grossos x Pernambuco	0,687	0,1
Camapum x Rio das Conchas	0,472	2,4
Camapum x Presídio	0,265	0,4
Camapum x Upanema	0,544	0,1
Camapum x Pernambuco	0,505	0,1
Rio das Conchas x Presídio	0,445	0,5
Rio das Conchas x Upanema	0,584	0,4

Rio das Conchas x Pernambuco	0,458	1,1
Presídio x Upanema	0,288	0,1
Presídio x Pernambuco	0,247	0,1
Upanema x Pernambuco	0,072	2,1

Fonte: Dados de pesquisa.

Tabela 3. Percentual de similaridade (SIMPER) e percentuais das espécies que mais contribuíram para esta similaridade entre as amostras coletadas nas pradarias marinhas das áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.

Local	Similaridade (%)	Espécies	Percentual de contribuição (%)
Grossos	37,9	<i>Vitta</i> spp*	57,2
Camapum	31,9	<i>Nucula semiornata</i>	91,3
Rio das Conchas	22,2	<i>Heterodonax pacificusa</i>	100,0
Upanema	18,5	<i>Benthonella tenella</i>	38,2
		<i>Eulithidium affine</i>	37,7
Pernambuco	17,12	<i>Olivella minuta</i>	29,7
		<i>Atys caribaeus</i>	26,8
		<i>Benthonella tenella</i>	25,0
Presídio	11,58	<i>Ctena orbiculata</i>	39,2

Fonte: Dados de pesquisa. *Considerando as espécies *Vitta virginea* e *Vitta meleagris*.

Tabela 4. Percentual de similaridade e percentuais das espécies que mais contribuíram para a similaridade entre as amostras coletadas nas áreas expostas e submersas das pradarias marinhas, em condições de maré baixa, nas áreas rasas da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil.

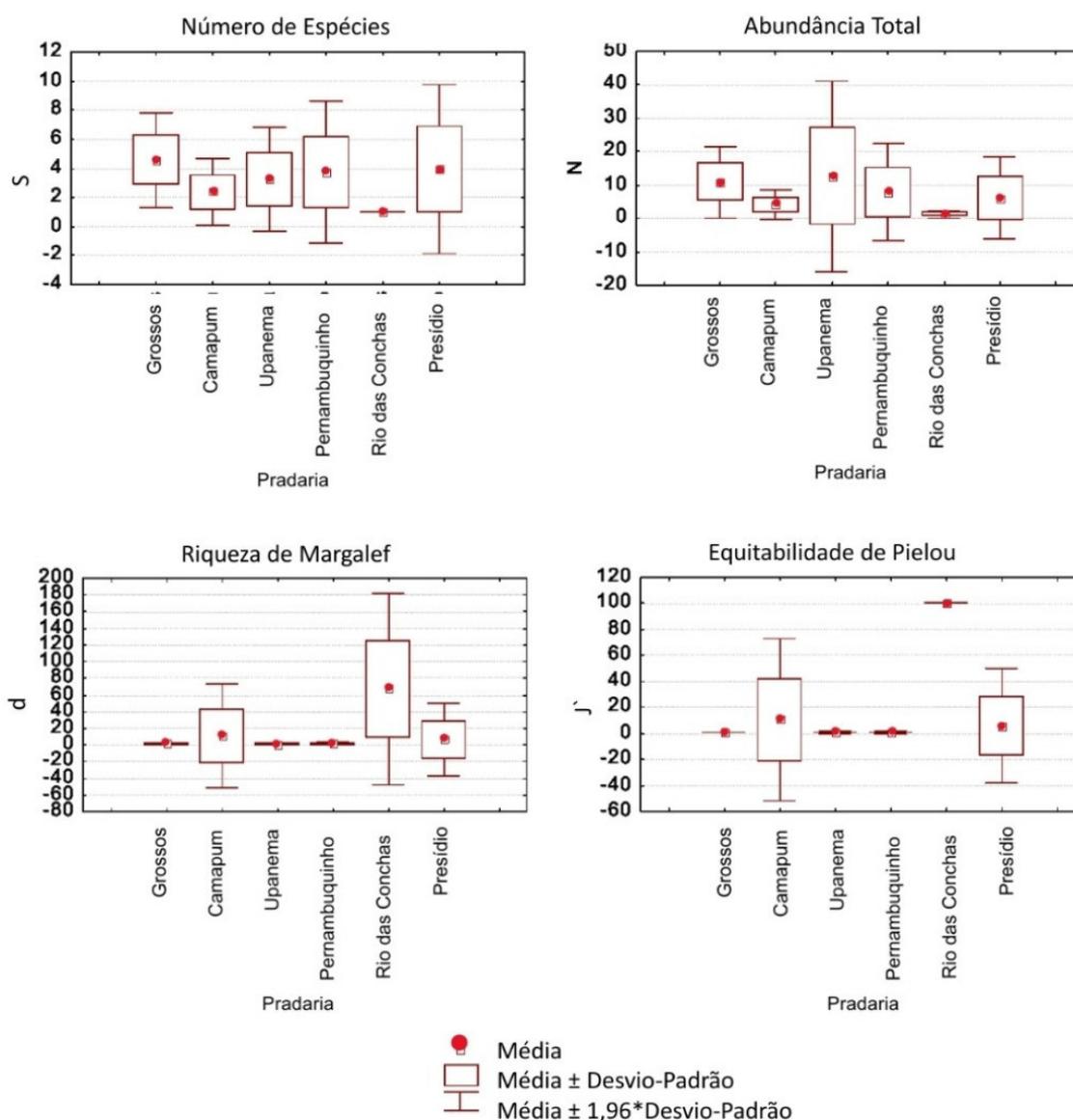
Áreas das pradarias	Similaridade (%)	Espécies	Percentual de contribuição (%)
Expostas ao ar	9,66	<i>Olivella minuta</i>	32,9
		<i>Benthonella tenella</i>	15,3
		<i>Vitta</i> spp*	11,0
Submersas	12,5	<i>Eulithidium affine</i>	36,5
		<i>Nucula semiornata</i>	23,0
		<i>Benthonella tenella</i>	11,8

Fonte: Dados de pesquisa. *Considerando as espécies *Vitta virginea* e *Vitta meleagris*.

Ao nível de assembleia, à exceção da pradaria de Rio das Conchas, onde poucas amostras tiveram ocorrência de moluscos, a equitabilidade foi considerada sempre alta

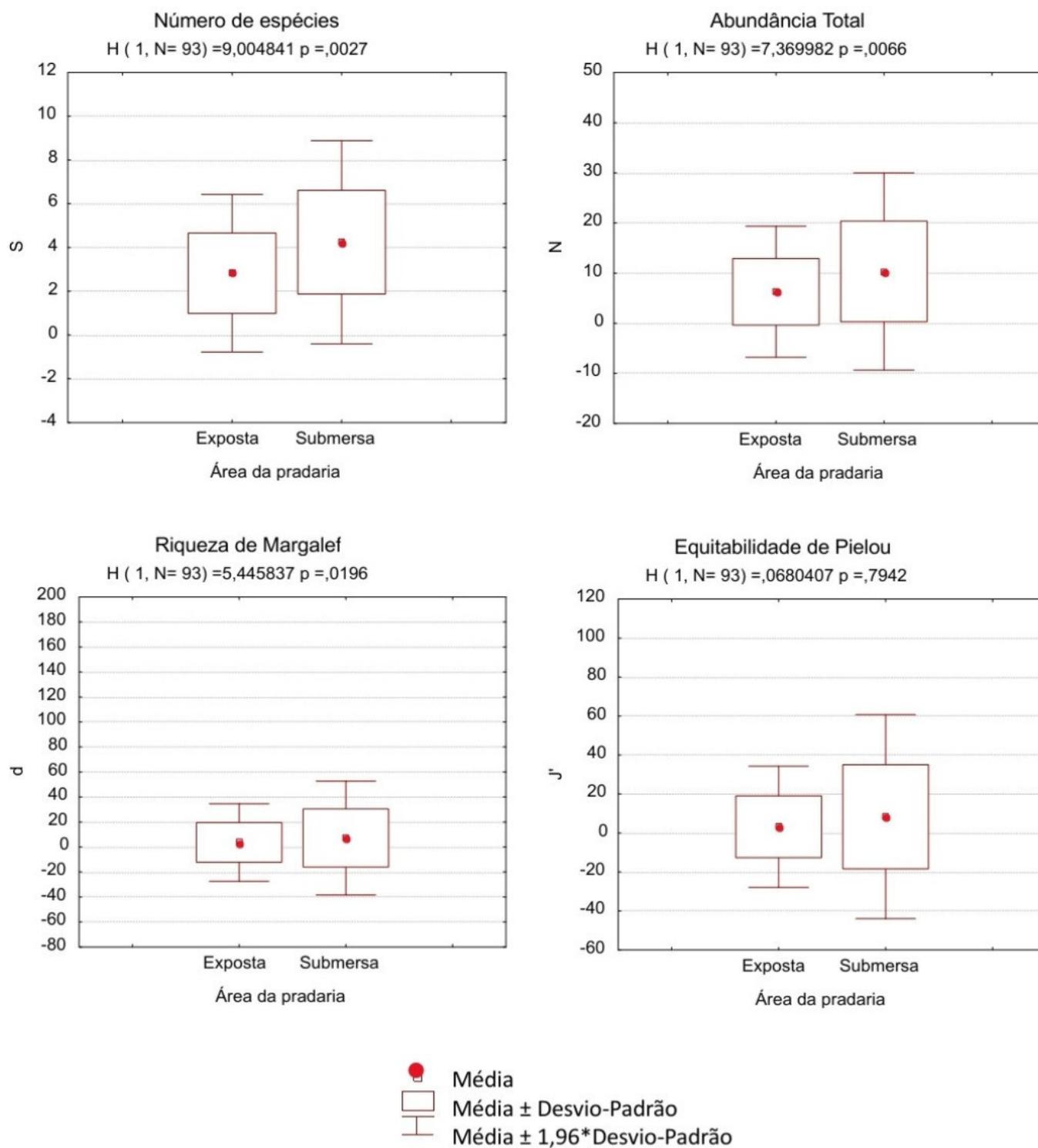
($J > 0,5$) e a diversidade foi considerada baixa (64%) ou muito baixa (36%), ao longo da região. Considerando, separadamente, cada descritor das comunidades estudadas, verificou-se que não houve variação significativa entre as pradarias (**Fig. 8**). Contudo, quando foram comparados entre as áreas com exposição temporária ao ar e sempre submersas nas pradarias, todos os descritores foram significativamente maiores nas áreas sempre submersas, à exceção da equitabilidade (**Fig. 9**). Considerando o conjunto destes descritores, o teste Permanova mostrou que as comunidades dos moluscos foram significativamente diferentes entre as pradarias coletadas e entre as áreas expostas e submersas na maré baixa, bem como considerando a interação entre estes dois fatores (**Tab. 5**).

Figura 8. Variações dos descritores das comunidades de moluscos coletados nas pradarias marinhas das áreas rasas do Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 9. Variações dos descritores das comunidades de moluscos coletados nas áreas expostas e submersas das pradarias marinhas das áreas rasas do Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Dados de pesquisa.

Tabela 5. Resultados do teste Permanova, mostrando as diferenças dos descritores das comunidades de moluscos, considerando as pradarias (locais), área das pradarias (expostas e submersas) e a interação entre estes fatores, nas pradarias estudadas ao longo da região da Costa Branca, Rio Grande do Norte, Brasil. Legenda: F - coeficiente do teste; p - significância do teste; *valores estatisticamente significantes.

Fonte	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	F	p
Pradaria	986,376	5	2,4258	0,0344*
Área da pradaria	475,113	1	5,8422	0,0076*
Pradaria x Área da pradaria	674,078	5	1,6578	0,027*
Resíduo	6505,94	80		
Total	8641,5	91		

Fonte: Dados de pesquisa.

4 DISCUSSÃO

O presente trabalho observou que a disposição, frequência, abundância e dominância das espécies de moluscos associados às pradarias marinhas da região da Costa Branca do Rio Grande do Norte. Esses fatores são influenciados negativamente pela variação de maré, que por sua vez, faz com que parte do banco seja exposto a condições de maior estresse fisiológico para a fauna e flora. Um dos estresses sofridos pelo ecossistema nas áreas expostas, é a dessecação e queima nas plantas, devido à exposição ao sol e ao ar (MCKENZIE, 2010), que pode acarretar seletividade das espécies de moluscos que ocorrem na região estudada e de outros grupos da macrofauna mais resistentes a estas condições. Estes efeitos, portanto, causam uma alteração nas condições positivas que a cadeia trófica das angiospermas marinhas disponibiliza para a macrofauna bentônica a ela associada, como a condição de abrigo contra predadores, berçário para espécies juvenis, amortecimento contra o hidrodinamismo presente na zona entremarés (HEMMINGA & DUARTE, 2000). Além da disponibilidade direta de alimento, como o perifiton, um biofilme presente nas lâminas das folhas das angiospermas, que favorece espécies raspadoras e detritívoras (ALBERTONI, *et al.*, 2001).

Tendo em vista o índice de Simpson em que, os valores do estudo se próximos são próximos de 1, demonstra a alta diversidade de espécie encontradas nas amostras das pradarias da região, refletindo diretamente na baixa dominância, com exceção de algumas regiões como Grossos e Camapum, que se tem algumas espécies se destacaram com espécies chave, para cada área de estudo.

As espécies de moluscos identificadas nas pradarias marinhas da Costa Branca foram similares àquelas já encontradas em outras pradarias marinhas no Brasil (ALVES & ARAÚJO, 1999; BARROS & ROCHA-BARREIRA, 2013; CASARES & CREED, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2019; ROCHA-BARREIRA *et al.*, 2017; CREED & KINUPP, 2011). Porém levando-se em conta que no presente estudo foi coletado, apenas uma amostragem em cada pradaria da região e foram registradas a ocorrência de 50 espécies, demonstrando o quão particular são o conjunto de características das pradarias da região. Pois quando se relaciona com os dados de uma riqueza de espécies, são quase sempre maior que nestes estudos, à exceção do trabalho de Cavalcante *et al.* (2019), que registrou 53 espécies, tendo sido coletadas bimestralmente a partir de dezembro de 2013 a outubro de 2014, a partir de um estudo contínuo numa pradaria de *H. wrightii*, em Barra Grande, Piauí.

Considerando uma escala espacial regional, como no presente estudo, Rocha-Barreira *et al.* (2017), similarmente, registraram uma riqueza de 50 espécies de moluscos associados a pradarias marinhas, ao longo da costa do Ceará, que ainda é pouco estudada neste sentido. As variações nas plantas, suas associações a outras macrófitas, a proximidade a outros ecossistemas (estuários, manguezais, praias arenosas, recifes de praia), dentre outros fatores, ao longo da Costa Branca do Rio Grande do Norte, podem ter contribuído para a riqueza de espécies de moluscos encontrada em só um período de amostragem. Explicando as diferenças entre as assembleias encontradas no presente estudo e também para o efeito da exposição, como foi demonstrado pela análise Permanova e pelas baixas similaridades entre as amostras das pradarias estudadas.

Em outras pradarias pelo mundo, os autores têm encontrado uma abundância e riqueza maiores de espécies de gastrópodes e espécies da epifauna, ao contrário do presente estudo, em que bivalves pertencentes à infauna tiveram maior número de espécies. Nakaoka *et al.*, (2001) registraram uma presença massiva de pequenos gastrópodes, com destaque para o gastrópode prosobrânquio *Lirularia iridescens* (Schrenck, 1863), que compôs cerca de 60% da abundância de organismos bentônicos coletados em pradarias multiespecíficas de Otsuchi Bay, no Japão. Rueda e Salas (2008) encontraram 85 espécies associadas a *Zostera marina* Lipkin em Cañuelo Bay, Espanha, com uma quantidade bem mais expressiva de espécies pertencentes à epifauna, apesar do destaque do bivalve *Tellina distorta* (Poli, 1791) na dominância e frequência. No sul da Espanha, Urra *et al.*, (2013) estudaram uma área de co-ocorrência das maiores angiospermas marinhas, a *Posidonia oceanica* e a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, por entre afloramentos de rochas de praia, cujo estrato mais raso das pradarias foram descritos a 5-7 metros de profundidade. Em profundidades de 2 m, os autores coletaram 171 espécies de moluscos, com dominância também dos gastrópodes, com 115 espécies, seguidos por 52 espécies de bivalves e de 4 espécies de poliplacóforos, demonstrando que possivelmente as condições que essas angiospermas disponibilizaram para a macrofauna bentônica, eram mais propícias a maior número de espécies de gastrópodes que podem viver e se alimentar em suas folhas. Já em um monitoramento de 20 anos de uma pradaria de *P. oceanica* (Linnaeus) Delile, em Punta Manara, sul da Itália, Nurra *et al.*, (2014) identificaram 127 espécies de moluscos, sendo 96 espécies só de gastrópodes, corroborando com a possibilidade da correlação entre a morfologia das angiospermas com o predomínio de espécies que possam encontrar abrigo em suas folhas. Em outro monitoramento entre 1986 e 2014 de pradarias marinhas, em Banc D'Arguin, Mauritânia, El-Hacen *et al.*, (2020) observaram uma redução da comunidade bentônica associada a pradarias marinhas,

dominadas pela espécie *Zostera noltii* Hornemann, com uma atual dominância de algumas espécies de bivalves.

Embora os bivalves tenham se destacado quanto ao número de táxons, *Benthonella tenella* foi um gastrópode que teve grande destaque no presente estudo, como espécie mais frequente e dominante nas pradarias marinhas da Costa Branca. Por ter ocorrido tanto nas áreas expostas ao ar quanto submersas durante a maré baixa, também explicou as diferenças discretas de similaridade encontradas entre as comunidades coletadas nestas áreas das pradarias. A espécie, que era anteriormente descrita como *B. gaza* e recentemente aceita apenas como *B. tenella* (WORMS, 2022), ambas descritas por Rios (2009).

Embora o presente estudo tenha encontrado uma baixa similaridade entre as amostras das pradarias ao longo da Costa Branca, as amostras de moluscos coletadas em Grossos (Barra) mostraram a maior similaridade entre si, mesmo em torno de 30%. A pradaria de Grossos também registrou o maior número de espécies e uma das maiores abundâncias de organismos encontrada ao longo da região estudada, seguida pela pradaria de Camapum. A maior similaridade entre as amostras daquela pradaria foi explicada pela abundância do gastrópode *V. meleagris*, que segundo Cruz-Neta & Henry-Silva (2013), além de um padrão de distribuição agregado e densidade elevada na região Barra e áreas adjacentes, também foi positivamente correlacionada à biomassa das pradarias, sendo mais abundante quando associada às plantas, embora seja um animal mais comumente encontrado em áreas lamosas estuarinas (MARTINS & MATTHEWS-CASCON, 2011). Embora tenham poucas publicações sobre essa espécie e recentemente tenha sido registrada em simpatria com a espécie *Vitta virginea* (BARROSO, *et al.* 2020; BARROSO *et al.*, 2021), é provável que estudos anteriores com *V. virginea*, tenham tratado de *V. meleagris*.

As maiores similaridade e outras características da comunidade de moluscos nas pradarias de Grossos e Camapum podem estar relacionadas às características das plantas e suas associações, sobretudo às maiores biomassas encontradas, em relação às demais pradarias (NOGUEIRA *et al.*, em preparação), já que as comunidades de moluscos respondem diretamente às características das plantas (ALVES & ARAÚJO, 1999; BARROS & ROCHA-BARREIRA, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2019; MILLS & BERKENBUSCH, 2009).

Da mesma forma, foi registrada uma assembleia mais abundante, rica e diversa nas áreas sempre submersas das pradarias estudadas, onde as plantas se apresentaram mais desenvolvidas, com maiores valores de biomassa (NOGUEIRA *et al.*, em preparação) e provavelmente respondendo diretamente às variações morfológicas das plantas, como já

mencionado anteriormente. Comparando áreas mais rasas (5-9m), intermediárias (13-17m) e profundas (19-21m) de uma pradaria, Nurra *et al.*, (2014) registraram uma maior riqueza de moluscos nas áreas mais rasas, as quais, em relação ao presente estudo, são ainda mais profundas. Tal fato pode indicar uma biodiversidade de moluscos ainda subestimada para a Costa Branca, tendo em vista que mesmo as áreas de plantas submersas estavam a menos de 1 metro de profundidade. Creed & Knupp (2011), assim como no presente trabalho, averiguaram correlações positivas, que se demonstram muito relevantes em relação à distância da costa (correspondente à profundidade/exposição ao ar), e a interferência direta sobre os resultados dos descritores de assembleias de moluscos (densidade, riqueza, diversidade), mesmo em uma menor escala espacial.

Considerando as baixas similaridades entre as amostras das áreas expostas e submersas, é importante destacar as contribuições de *Olivella minuta* para as amostras das áreas de plantas expostas na maré baixa, e de *Eulithidium affine*, nas áreas submersas. Demonstrando então, uma dissimilaridade maior que 90% entre as amostras coletadas nas áreas expostas e submersas durante a maré baixa, 20 espécies foram capturadas apenas nas áreas sempre submersas, sendo que 70% dessas espécies, constituídas por bivalves filtradores e gastrópodes raspadores onívoros de perifíton (diatomáceas, matéria orgânica particulada e ovos), como o exemplo das espécies citadas por Alves & Araújo (1999) e Cavalcante, *et al.*, (2014), como descrito por Rios (1994). É importante considerar que, a alimentação de material depositado ocorre por conta de uma diminuição da matéria em suspensão na maré baixa, quando não corre água sobre o sifão dos bivalves (ARRUDA, *et al.*, 2003). Sendo possível correlacionar a morfologia da espécie de angiosperma encontrada na região de cada pradaria da Costa Branca, com predominância de ocorrência de algumas espécies de chave, justamente por conta dos hábitos alimentares e procura de abrigo, nas raízes ou dosséis das plantas.

O gastrópode *O. minuta* tem ampla distribuição no mundo, principalmente da Venezuela e do Suriname até o Brasil, onde foi registrado do Ceará a Santa Catarina (RIOS, 2009). Arruda *et al.*, (2003) com base no conteúdo estomacal, caracterizou a espécie *O. minuta* como carnívora, que se alimenta de fragmentos de crustáceos e foraminíferos e é um caçador móvel que tem a presença de probóscide e rádula. Esta espécie é bastante comum em praias arenosas na zona de arrebentação (CASTRO & SANTOS, 1989; ARRUDA *et al.*, 2003; VIANA *et al.*, 2005), o que pode explicar sua resistência aos fatores físicos das áreas expostas das pradarias, onde geralmente elas ficam mais manchadas. Esta espécie também vem sendo encontrada em pradarias marinhas (ROCHA-BARREIRA *et al.*, 2017; BARROS

& ROCHA-BARREIRA, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2019), sobretudo em áreas fragmentadas, onde as pradarias provavelmente lhes servem de abrigo, contra a dessecação e o hidrodinamismo, por exemplo (BARROS *et al.*, em preparação; MILLS & BERKENBUSCH, 2009).

Já *Eulithidium affine* (também encontrada na literatura pelo antigo nome, *Tricolia affinis*), tem hábito herbívoro e raspador não seletivo, consumidor de perifiton e matéria orgânica particulada existente sobre a planta, principalmente diatomáceas, foraminíferos e ovos (ALVES & ARAÚJO, 1999). A espécie tem obtido destaque em associação a pradarias de *H. wrightii*, como em Barros & Rocha-Barreira (2013) que observaram a correlações entre a população de *E. affine* e a biomassa de *H. wrightii*, demonstrando serem as plantas o seu principal substrato, apesar da contribuição importante das macroalgas epífitas para a comunidade de moluscos. As autoras observaram que essa espécie foi a mais abundante, correspondendo a 25,7% da fauna de moluscos coletados na parte subterrânea das pradarias, e 60% dos moluscos da parte aérea das plantas. Alves & Araújo (1999) a registraram como dominante sobre todas outras espécies de moluscos, no prado de *H. wrightii* da Praia de Jaguaribe, Itamaracá-PE. Cavalcante *et al.*, (2019) também verificaram que a densidade desta espécie se destacou na assembleia de moluscos associada a uma pradaria de *H. wrightii*. Assim, esta parece ser uma espécie típica do ecossistema de pradarias marinhas.

Assim como a espécie *V. virginea*, *V. meleagris* por ser considerada um sinônimo junior (BARROSO *et al.*, 2020), tem sua distribuição no mundo em zonas tropicais e subtropicais do Atlântico Oeste (MARTINS & MATTHEWS-CASCON, 2011), como da Flórida ao Texas, Bermudas e nas Índias Ocidentais, muito comum em planícies de maré e nas zonas entremarés e em água de salinidade variável, em Porto Rico e outras Ilhas do Caribe (WARMKE & ABBOTT, 1962), além de canais nas baías de San Juan, Santa Marta e Santa Cruz (JONG & COOMANS, 1988). No Brasil, antes de se saber da simpatia entre as duas espécies, foi registrado nos estudo a espécie *V. meleagris*, registrada é comum nos estuários do estado do Ceará (Nordeste), se distribuindo desde o Pará (Norte) até Santa Catarina (Sul) e em marismas ao sul do do país (BONNET *et al.*, 1994), e ser encontrada em substrato arenoso e lamoso, em áreas protegidas (MARTINS & MATTHEWS-CASCON, 2011), tendo ainda forte associação a pradarias marinhas como (CAVALCANTE *et al.*, 2019; CRUZ-NETA & HENRY-SILVA, 2013; 2018; BARROS & ROCHA-BARREIRA, 2013; ROCHA-BARREIRA *et al.*, 2017), possivelmente devido ao abrigo oferecido contra hidrodinamismo e predadores e pela disposição de alimento que esse ambiente abriga por esta associação com epífitas.

Outros fatores certamente contribuíram para a distribuição das assembleias e espécies de moluscos nas pradarias estudadas. As características diferenciadas de cada pradaria, por exemplo, podem ter contribuído para uma baixa similaridade da malacofauna entre as amostras. Além dos hábitos característicos de cada espécie, sua distribuição e ocorrências podem estar sendo direcionadas por fatores como a coabitação e proximidade das pradarias a outros ecossistemas costeiros, disponibilidade de larvas, heterogeneidades ambientais relacionadas à coexistência de espécies de angiospermas marinhas dentro dessas pradarias e também da associação com macroalgas. Nakaoka *et al.* (2001) encontraram diferenças na densidade e equitabilidade de organismos bentônicos da fauna móvel em função da heterogeneidade de habitat proporcionada pelas variações morfológicas entre espécies de angiospermas marinhas, sobretudo comparando as abundâncias individuais das espécies entre as áreas, ao longo do estudo, indicando preferências de habitat dessas espécies. Estes autores também pontuaram que as variações encontradas entre as duas pradarias não foi determinada por este único fator ou outros fatores como viabilidade de alimento (microalgas epífitas), biomassa e complexidade morfológica das plantas, mas que múltiplos fatores poderiam estar atuando de forma complexa sobre cada espécie componente dos sistemas. Segundo Nakaoka (2005), as variações morfológicas que envolvem coabitação de espécies de plantas nas pradarias e suas variações sazonais influenciam especialmente os organismos epífitos, enquanto que os organismos mais associados ao sedimento como é o caso dos bivalves que vivem enterrados no substrato e não necessariamente requerem a presença destas plantas, embora elas possam influenciar o crescimento e alimentação de espécies suspensívoras. A ocorrência de macroalgas associadas pode aumentar a disponibilidade de habitat e constituir um fator importante para determinar características da comunidade de moluscos associada a pradarias marinhas (BARROS & ROCHA-BARREIRA, 2013), tal como observado no presente estudo

É preciso considerar também que, embora fossem esperadas respostas diretas na comunidade dos moluscos ao estresse causado pela exposição esporádica das plantas ao ar, as variações observadas podem estar relacionadas com fatores das características próprias de cada pradaria. Por isso é esperado que os invertebrados da epifauna sejam os mais afetados, devido à sensibilidade às mudanças na abundância e estrutura das plantas, por dependerem das folhas, como seu principal habitat no decorrer de vida (NAKAOKA, 2005). Segundo Arponen e Boström (2011), pradarias formadas por manchas de plantas espalhadas podem ocorrer em áreas de alta energia, o alto dinamismo pode causar seu arranque e/ou

soterramento, porém nem sempre este fato indica uma perda da fauna associada nessas condições.

O presente estudo demonstrou que as espécies com maior destaque foram encontradas nas duas áreas das pradarias, sendo porém mais abundantes nas áreas submersas. A menor riqueza de espécies nas áreas expostas das pradarias, provavelmente, ocorreu devido ao estresse causado pela dessecação, hidrodinamismo de ondas, além da reduzida arquitetura das plantas e macrófitas associadas, que oferecem disponibilidade de habitat às espécies epífitas; estabilidade no sedimento, para as espécies que ficam enterradas; e a coocorrência de espécies de plantas dominantes. As relações entre essas espécies e comunidades com as características das angiospermas, macroalgas associadas e características do ambiente, bem como o aprofundamento do estudo dessa biodiversidade, observando seus hábitos alimentares e guildas tróficas, ainda serão avaliadas futuramente para estas comunidades da região da Costa Branca.

5 CONCLUSÃO

Com base na análise dos dados coletados no presente trabalho em relação aos descritores ecológicos nas assembleias de moluscos presentes nas pradarias amostradas nas praias de Costa Branca-RN, em comparação com as áreas sempre submersas e áreas com exposição esporádicas à radiação solar e à altas temperaturas, pode-se afirmar que a assembleia de moluscos apresenta baixa similaridade nas duas áreas, tendo maior riqueza e diversidade de espécies nas áreas submersas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. S.; ARAÚJO, M. J. G., 1999. **Moluscos associados ao Fital *Halodule wrightii* Aschers na Ilha de Itamaracá – PE.** Tropical Oceanography, v. 27, n. 1 (1999). Disponível em: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v27i1.2774>. Acesso em: 26 de junho de 2022.
- ANDERSON, M. J. 2001. **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** Austral Ecology 26:32-46. Disponível em: https://www.ecoevol.ufg.br/adrimelo/div/Anderson-2001-AustEcol_non-parametric_manova.pdf. Acesso em 08 de maio de 2022.
- ARPONEN, H. & BOSTROM, C., 2011. **Responses of mobile epifauna to small-scale seagrass patchiness: is fragmentation important?** Hydrobiologia 680, 1–10. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-011-0895-x#Sec6>. Acesso em 26 de junho de 2022.
- ARRUDA, E. P.; DOMANESCHI, O.; AMARAL, A. C. Z., 2003. **Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo state, Brazil. Arruda, Eliane & Domaneschi, O. & Amaral, Antonia. (2003).** Marine Biology. 143. 691-701. 10.1007/s00227-003-1103-y. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225132027_Mollusc_feeding_guilds_on_sandy_beaches_in_So_Paulo_State_Brazil. Acesso em: 30 de junho de 2022.
- BARNES, R. S. K., 2022. **Biodiversity differentials between seagrass and adjacent bare sediment change along an estuarine gradient.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 274. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107951>. Acesso em: 02 de julho de 2022.
- BARROS, K.V.S.; ROCHA-BARREIRA, C.A.; MAGALHÃES, K.M. Ecology of Brazilian seagrasses: Is our current knowledge sufficient to make sound decisions about mitigating the effects of climate change? **Iheringia Série Botânica**, v. 68, n. 1, p.155-170, 2013.
- BARROS, K. V. S.; ROCHA-BARREIRA, C. A., 2009. **Caracterização da dinâmica espaço temporal da macrofauna bentônica em um banco de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) por meio de estratificação.** Revista Nordestina de Zoologia, v. 4, n. 1, p. 73 - 81, 2009/2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258121702_CHARACTERIZACAO_DA_DINAMIC

A_ESPACO-TEMPORAL_DA_MACROFAUNA_BENTONICA_EM_UM_BANCO_DE_HALODULE_WRIGHTII_ASCHERSON_CYMODOCEACEAE_POR_MEIO_DE ESTRATIFICACAO - Characterization of the spatiotemporal dynamics. Acesso em: 27 de maio, 2022.

BARROS, K. V. S.; ROCHA-BARREIRA; C. A., 2013. **Responses of the molluscan fauna to environmental variations in a Halodule wrightii Ascherson ecosystem from Northeastern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 85, n. 4, p. 1397-1410, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Z68nB5fHr4nFDzkdtxwSZHH/?lang=en>. Acesso: 06 de junho de 2022.

BARROSO, C.X; FREITAS, J. E. P. ; MATTHEWS-CASCON, H., *et al.*, 2020. **Molecular evidences confirm the taxonomic separation of two sympatric congeneric species (Mollusca, Gastropoda, Neritidae, Neritina).** ZooKeys 904: 117-130. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zookeys.904.46790>. Acesso em: 25 de junho de 2022.

BONNET, B. R. P.; DA CUNHA LANA, P.; GUISS, C., 1994. **Influência da gramínea Spartina alterniflora sobre a distribuição e densidade de Neritina virginea (Gastropoda: Neritidae) em marismas da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil).** Revista Nerítica, v. 8, n. 1-2, p. 99-108, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rn.v8i1-2.85084>. Acesso em 22 de julho de 2022.

BORUM, J., 1996. **Águas rasas e fronteiras terrestres/marítimas.** Em Eutrofização em Ecossistemas Marinhos Costeiros (eds BB Jørgensen e K. Richardson). Disponível em: <https://doi.org/10.1029/CE052p0179>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J., 2007. **Invertebrados.** 2a edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968 pp.

CASARES, F. A. & CREED, J. C., 2008. **Do Small Seagrasses Enhance Density, Richness, and Diversity of Macrofauna?.** Journal of Coastal Research, 24(3), 790–797. West Palm Beach (Florida). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270167446_Do_Small_Seagrasses_Enhance_Density_Richness_and_Diversity_of_Macrofauna. Acessado: 20 de maio de 2022.

CAVALCANTE, L. L.; AMORIM, L. A.; COSTA, F. N.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; BARROS, K. V. S., 2014. **Variações no prado de *Halodule wrightii* Ascherson e macrofauna associada na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará – Brasil.** Revista de Educação Científica e Cultural – Cultura Garança, Canoas, v. 1, n.2. Disponível em: https://www.academia.edu/10370905/Varia%C3%A7%C3%B5es_no_prado_de_Halodule_wrightii_Ascherson_e_macrofauna_associada_na_praia. Acesso em: 30 de junho de 2022.

CAVALCANTE, L. L.; BARROSO, C. X.; CARNEIRO, P. B. M.; MATTHEWS-CASCON, H., 2019. **Spatiotemporal dynamics of the molluscan community associated with seagrass on the western equatorial Atlantic.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 1–10. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0025315419000183>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

CLARKE, K. R & WARWICK, R. M., 2001. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**, 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth. Disponível em: https://updates.primer-e.com/primer7/manuals/Methods_manual_v7.pdf. Acesso em: 26 de maio de 2022.

CLOERN, J., 2001. **Our Evolving Conceptual Model of the Coastal Eutrophication Problem.** Marine Ecology Progress Series. Disponível em: 210. 223-253. [10.3354/meps210223](https://doi.org/10.3354/meps210223). Acesso em: 01 de junho de 2022.

CASTRO, G. A.; SANTOS, E. F., 1989. **Levantamento preliminar de moluscos em praias arenosas e areno-lodosas de Piúma, estado do Espírito Santo, Brasil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 84, p. 101-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761989000800022>. Acessado 22 Julho 2022.

COSTA, D. F. S., 2010. **Análise fitoecológica do manguezal e ocupação das margens do estuário hipersalino Apodi/Mossoró (RN – Brasil).** Dissertação (Mestrado) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/18199/1/DiogenesFSC_DISSERT.pdf. Acesso em 22 de abril de 2022.

COCENTINO, A. L.; MAGALHÃES, K. M.; PEREIRA, S. M. B., 2004. **Estrutura do Macrofitobentos Marinho**. p 391-424. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMMAN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. Oceanografia, um Cenário Tropical. 761p. Acesso: 02 de junho de 2022.

COPERTINO, M. S. *et al.*, 2016. **Seagrass and Submerged Aquatic Vegetation (VAS) Habitats off the Coast of Brazil: state of knowledge, conservation and main threats**. Brazilian Journal of Oceanography [online]. 2016, v. 64, n. spe2 [Accessed 11 June 2022] , pp. 53-80. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920161036064sp2>. Epub 2016. ISSN 1982-436X. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920161036064sp2>. Acesso: 01 de junho de 2022.

CREED, J. C. & KINUPP, M., 2011. **Small Scale Change In Mollusk Diversity Along a Depth Gradient In a Seagrass Bed Off Cabo Frio, (Southeast Brazil)***. Brazilian Journal of Oceanography. 2011, v. 59, n. 3, pp. 267-276. Available from: <>. Epub 17 Oct 2011. ISSN 1982-436X. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/Bb6BrZG3WdssXYVQLfj57wm/abstract/?lang=en#>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

CREED, J. C. & MONTEIRO, R. L. D. C., 2000. **An analysis oh the phenotypic variation in the seagrass *Halodule wrightii* Aschers**. Leandra, 15: 1-9. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20023077912>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

CRUZ-NETA, C. P. & HENRY-SILVA, G. G., 2012. **Aspectos da Dinâmica Populacional do Gastrópode *Netitina virginea* em Região Estuarina do Rio Grande do Norte, Brasil***. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 39(1): 1 - 14, 2013. Disponível em: <https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/973/953>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

DINIZ, M. T. M., 2013. **Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil: as particularidades da principal região produtora**. 227f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, 2013. Disponível em: http://www.uece.br/wp-content/uploads/sites/60/2020/02/marco_tulio_mendonca_diniz.pdf. Acesso em 21 de abril de 2022.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P., 2016. **Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do Nordeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Brasília, v. 17, p. 565-590, Disponível em : <https://pdfs.semanticscholar.org/7ad6/c9f55224244de46699d44ba041af6d78739b.pdf>. Acesso em 21 de abril de 2022.

DINIZ, M. T. M.; SILVA, S. D. R.; SILVA, J. P., & SILVA-COSTA, D. F., 2020. **Unidades de paisagem da Costa Branca, nordeste do Brasil**. Revista do Departamento de Geografia, 39, 169-183. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marco-Diniz-4/publication/343408378_Unidades_de_paisagem_da_Costa_Branca_nordeste_do_Brasil/links/5f441d75a6fdcccc43fab717/Unidades-de-paisagem-da-Costa-Branca-nordeste-do-Brasil.pdf. Acesso em: 21 de abril de 2022.

DUARTE, C. M., 2000. **Marine biodiversity and ecosystem services: an elusive link**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 250, n. 1-2, p. 117-131, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12353277_Marine_biodiversity_and_ecosystem_services_An_elusive_link. Acesso: 08 de junho de 2022.

DUARTE, C. M. 2002. **The future of seagrass meadows**. Environmental Conservation, 29(2), 192–206. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/44520579>. Acesso em: 31 de maio de 2022.

DUARTE, C. M., *et al.*, 2013. **The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation**. *Nature Climate Change*. 3. 961-968. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1970> . Acesso em: 01 de junho de 2022.

DUARTE, C. M. & GATTUSO, J. P., 2008. **"Seagrass meadows."** *In*: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth December 11, 2006; Last revised April 18, 2008; Retrieved August 24, 2008]. Disponível em: http://www.eoearth.org/article/Seagrass_meadows. Acesso em: 31 de Maio de 2022.

DUFFY, M. J. 2006. **Biodiversity and functioning of seagrass ecosystems**. Marine Ecology Progress Series 311:233-250. DOI:10.3354/meps311233. Acesso em: 08 de junho de 2022.

EL-HACEN, M.; MOHAMED A. S. C.; TJEERD, B., *et al.*, 2020. **Long-term changes in seagrass and benthos at Banc d'Arguin, Mauritania, the premier intertidal system along the East Atlantic Flyway**. Global Ecology and Conservation Volume 24, December 2020, e01364. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01364>. Acesso em: 02 de julho de 2022.

HENRY-SILVA, G. G.; MARTINS, I. X.; RABELO, E. F., *et al.*, 2017. **Guia de Moluscos do Litoral Oeste Potiguar**. Mossoró: Ed.UFARDA.

HERMMINGA M.A. & DUARTE, C.M., 2000. **Seagrass Ecology**. Cambridge, UK: Cambridge University Press: 298 pp. Doi: 10.1017/CBO9780511525551.005. Acesso: 26 de maio de 2022.

HORTON, T.; KROH, A.; AHYONG, S.; BAILLY, N.; BIELER, R. *et al.*, 2022. **Registro Mundial de Espécies Marinhas**. Disponível em <https://www.marinespecies.org>. Acessado em 18 de abril de 2022. doi:10.14284/170.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF: INMET, 2009. Acesso em 18 de abril de 2022.

JONG, K. M. & COOMANS, H. E., 1988. **Marine Gastropods from Curaçao, Aruba and Bonaire**. Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands, 69(1), 1–261. Disponível em: <https://repository.naturalis.nl/pub/506113>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

LARANJEIRA, L. C., *et al.*, 2018. **Efeitos das Perdas de Cobertura de Prados de Angiospermas Marinhas Sobre a Macrofauna Bentônica**. Arquivos de Ciências do Mar-UFC, v.51 n.2(2018). Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/32443>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

MAGALHÃES, K. M. & BARROS, K. V. S. *Halodule* genus in Brazil: a new growth form. **Aquatic Botany**, v. 140, p. 38-43, 2017.

- MARQUES, L. V. & CREED, J. C., 2008. **Biologia e Ecologia das Fanerógamas Marinhas do Brasil**. Laboratório de Ecologia Marinha Bentônica, Departamento de Ecologia - IBRAG, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, PHLC Sala 220. Disponível em: <http://www.biologia.bio.br/curso/Biologia%20Geral%20e%20Evolu%C3%A7%C3%A3o/33.pdf>. Acesso em: 31 de Maio de 2022.
- MARTINS, I.X. & MATTHEWS-CASCON, H., 2011. **Class Gastropoda Cuvier, 1797 In: MATTHEWS-CASCON, H & ROCHA-BARREIRA; C. A. & MEIRELLES, C. Egg Masses of Some Brazilian Mollusks - Desovas de Alguns Moluscos Brasileiros**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/216719335_Egg_Masses_of_some_Brazilian_Mollusks_-_Desovas_de_alguns_Moluscos_Brasileiros. Acesso em: 28 de junho de 2022.
- MCKENZIE, L.J. ,YOSHIDA, R. L. & UNSWORTH, R (Eds), 2010. **Seagrass-Watch News**. Issue 40, March 2010. Seagrass-Watch HQ. 16pp. Acesso em: 07 de junho de 2022.
- MILLS, V. S. & BERKENBUSCH, K., 2009. **Seagrass (Zostera muelleri) Patch Size and Spatial Location Influence Infaunal Macroinvertebrate Assemblages**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, VI.81, Ed. 1,2009, Pg.123-129. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.10.005>. Acesso em 10 de junho de 2022.
- NAKAOKA, M., 2005. **Plant–animal interactions in seagrass beds: ongoing and future challenges for understanding population and community dynamics**. Population Ecology, v. 47, n. 3, p. 167-177. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10144-005-0226-z>. Acesso em: 02 de julho de 2022.
- NAKAOKA, M., TOYOHARA, T.; MATSUMASA, M, 2001. **Seasonal and between-substrate variation community em a multiespecific seagrass bed of Otsuchi Bay, Japan**. Marine Ecology, v. 22, n. 4, p. 379-395. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0485.2001.01726>. Acesso em: 02 de julho de 2022.
- NOGUEIRA, R. S. A., 2021. **Distribuição de Espécies de Angiospermas Marinhas no Oceano Atlântico Ocidental**. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/65650>. Acesso em: 16 de abril de 2022.

NURRA, N.; BELCI, F.; SARTOR, R. M.; PESSANI, D., 2014. **Reprint of “Monitoring of a Posidonia oceanica bed (Punta Manara, Eastern Ligurian Sea, Italy) and the associated molluscs twenty years after: What's new?”**. Aquatic Botany

Volume 115, April 2014, Pages 14-21. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.02.006>. Acesso em: 02 de julho de 2022.

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M., 1983. **The Brazilian seagrasses**. Aquatic Botany, v. 16. p. 251-265. Disponível:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304377083900360>. Acesso: 01 de junho de 2022.

OEHLMANN & SCHULTE-OEHLMANN, (2003). **Chapter 17 Molluscs as Bioindicators**.

In: Oehlmann, Jörg (org.). Trace Metals and other Contaminants in the Environment]

Bioindicators & Biomonitors - Principles, Concepts and Applications Volume 6, 577–635.

doi:10.1016/S0927-5215(03)80147-9

RIOS, E. C., 1994. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: Fundação Universidade Rio Grande. 2nd Edn.

RIOS, E. C., 2009. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. Rio Grande: Editora Evangraf, 668.

ROCHA, A. P. B., 2005. **Expansão urbana de Mossoró/RN, período de 1980 a 2004: geografia, dinâmica e reestruturação do território**. Mossoró/RN: Coleção O Mossoroense.

63p. 290 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica e Reestruturação do Território) -

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18882>. Acesso: 06 de maio de 2022.

ROCHA-BARREIRA, C. A.; BARROS, K. V. S.; MATTHEWS-CASCON, H, *et al.*, 2017.

Chapter 9 Ecology of Mollusc Communities in Marine Environments: Central Region of the Semiarid Coast of Brazil. *In: Advances in Animal Science and Zoology*, vl.10 Publisher:

Nova Science Publishers, NY, USA Editors: Owen P. Jenkins.

ROCHA, C. A. & MARTINS, I. X. 1998. **Estudo da macrofauna bentônica na plataforma continental do litoral oeste do estado do Ceará, Brasil**. Arquivos de Ciências do Mar.

31:65- 72. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304377083900360>. Acesso em 10 de junho de 2022.

RUEDA, J. L. & SALES, C., 2008. **Molluscs associated with a subtidal *Zostera marina* L. bed in southern Spain: Linking seasonal changes of fauna and environmental variables.** Estuarine, Coastal and Shelf Science Volume 79, Issue 1, 10 August 2008, Pages 157-167. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.03.018>. Acesso em: 02 de julho de 2022.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D., 2005. **Zoologia dos Invertebrados.** Sétima edição. Editora Roca, São Paulo. 1145 p.

SHORT, F. T.; CARRUTHERS T.; DENNISON, W.; WAYCOTT M., 2007. **Global Seagrass distribution and diversity: a bioregional model.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350:3-20. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.012>. Acesso em: 31 de Maio de 2022.

SILVA, A. M. A., *et al.*, 2009. **Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil).** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, Montevideu: v. 4, n. 2, p. 226-238, 2009. Disponível em [http://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_4\(2\)_226-237.pdf](http://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_4(2)_226-237.pdf). Acesso em 22/04/2022.

SOARES-GOMES, A. & PIRES-VANIN, A. M. S., 2003. **Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica.** Revista Brasileira de Zoologia. v. 20, n. 4, pp. 717-725. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000400027>. Acesso em: 29 junho 2022.

STATSOFT, I. N. C. STATISTICA for Windows, version 6.0 (computer program manual). Statsoft, Oklahoma, 2003.

URRA, J. ; RAMÍREZ, Á. M. ; MARINA, P., *et al*, 2013. **Highly diverse molluscan assemblages of *Posidonia oceanica* meadows in northwestern Alboran Sea (W Mediterranean): Seasonal dynamics and environmental drivers.** Estuarine, Coastal and

Shelf Science, 117(), 136–147. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.11.005>. Acesso em: 02 de julho de 2022.

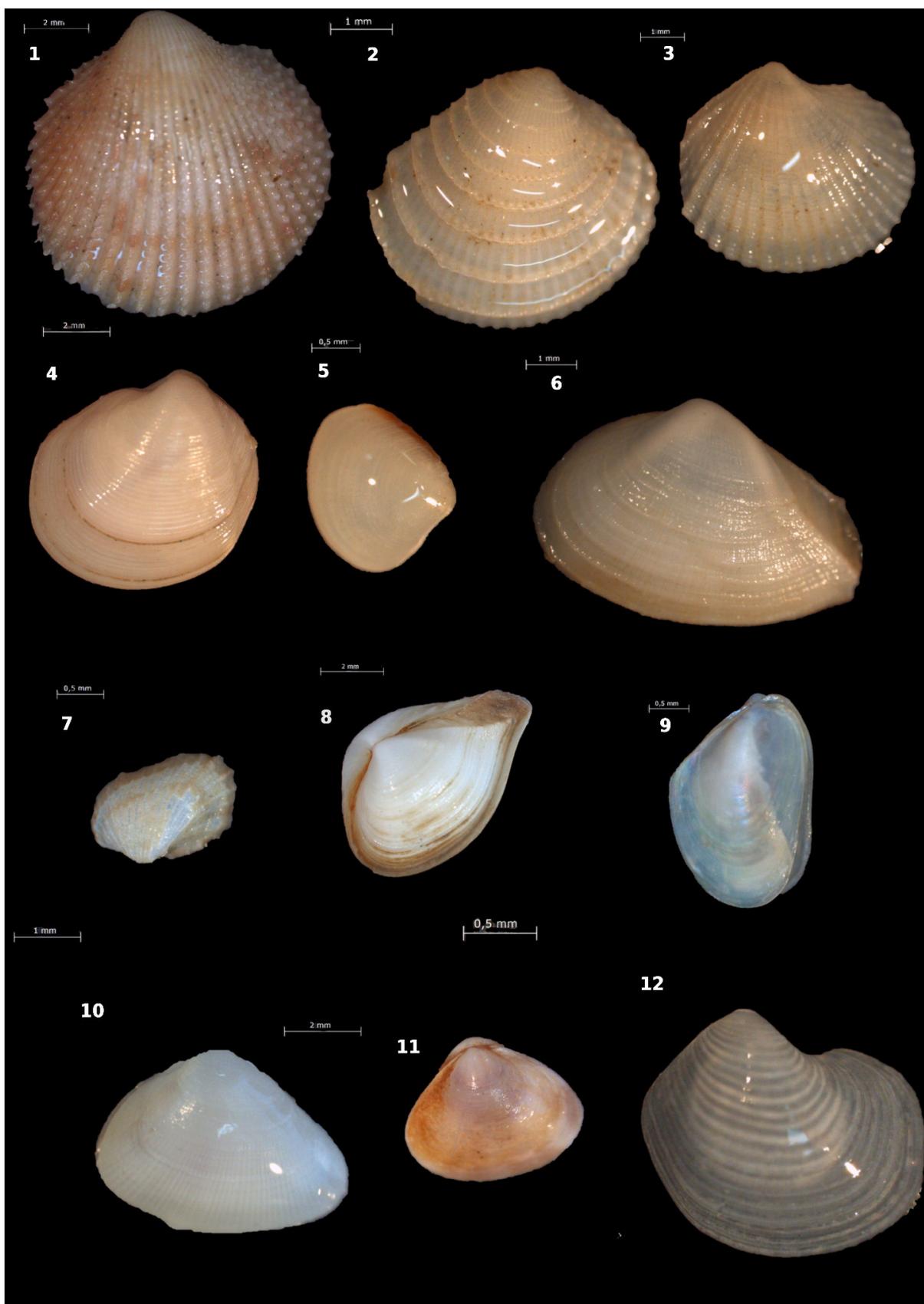
VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; HIJO, CA Grossi. **Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracuru (Ceará-Brasil)**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 9, n. 1, p. 75-82, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.14210/bjast.v9n1.p75-82>. Acesso em: 22 de julho de 2022.

VILLAÇA, R., 2009; Cap. 17 **Recifes Biológicos**. P. 229-248. In: PEREIRA e SOARESGOMES. *Biologia Marinha*. 382p. 2ª Edição. Editora Interciência. Acesso: 08 de junho de 2022.

VITAL, H., 2006. **Rio Grande do Norte**. In: MUEHE, D. (Org.). *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente (MMA), v. 1, p. 132- 154. Disponível em <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/13350>. Acesso em 21/04/2022.

WARMKE, G.L. & ABBOTT, R.T. **Caribbean seashells. A guide to the marine mollusks of Puerto Rico and other West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys**. Livingston Publishing Company, 348 p., Narbeth, 1962.

APÊNDICE A- PRANCHA 1 FOTOS DE ALGUMAS ESPÉCIES DE BIVALVES
IDENTIFICADAS PERTENCENTES A REGIÃO DA COSTA BRANCA-RN

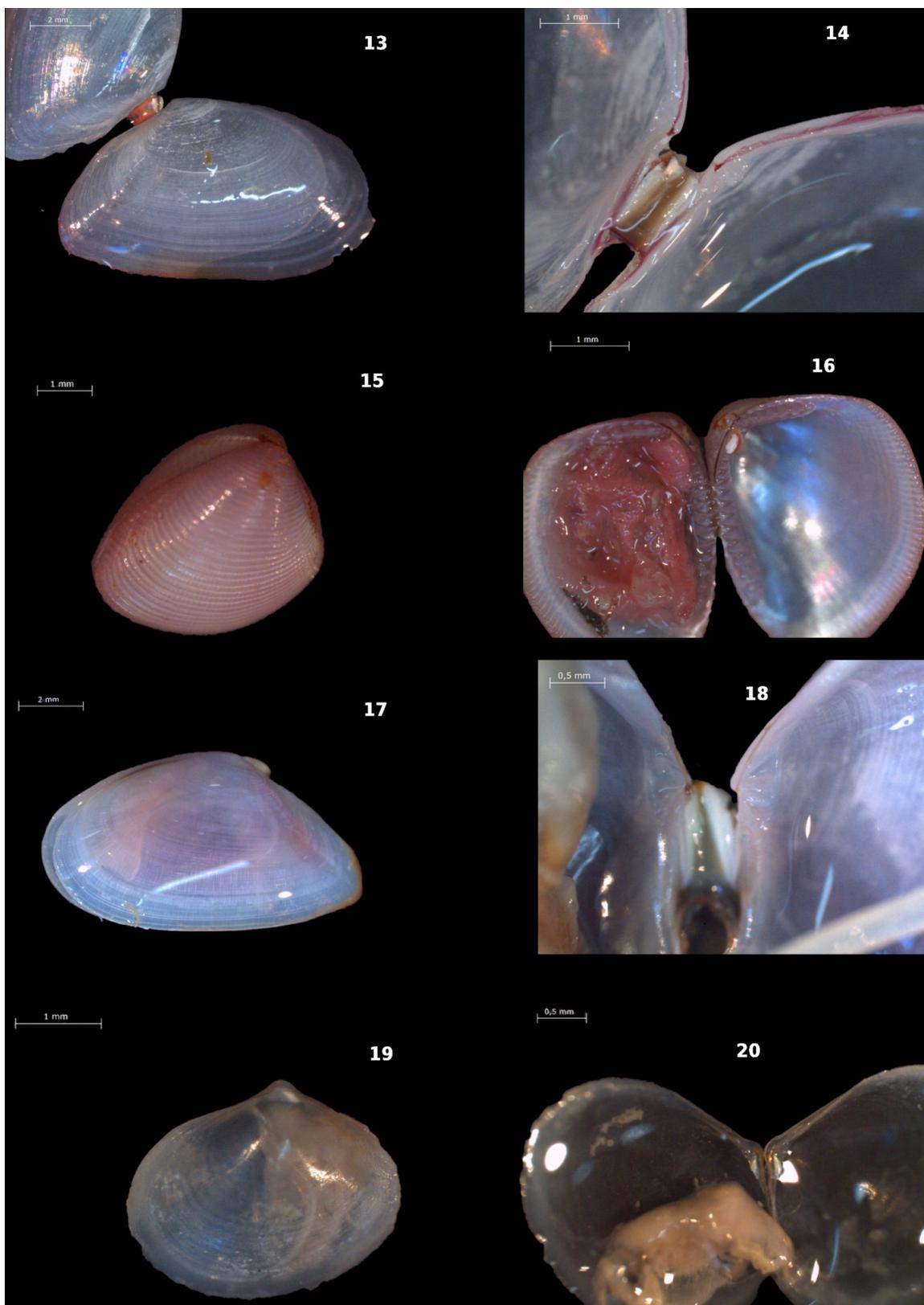


Fonte: Autoria própria.

Legenda com lista de espécies:

- 1-*Dallocardia muricata* (Linnaeus, 1758)
- 2-*Chione cancellata* (Linnaeus, 1767)
- 3-*Ctena orbiculata* (Montagu, 1808)
- 4-*Cavilinga blanda*
- 5-*Anomalocardia flexuosa* (Roding, 1769)
- 6-*Caryocorbula contracta* (Say, 1822)
- 7-*Anadara notabilis* (Roding, 1798)
- 8-*Caryocorbula swiftiana* (C. B. Adams, 1852)
- 9-*Modiolus americanus* (Leach, 1815)
- 10-*Donax striatus* (Linnaeus, 1767)
- 11-*Tivela mactroides* (Born, 1778)
- 12-*Crassinella lunulata* (Conrad, 1834)

**APÊNDICE B- PRANCHA 2 FOTOS DE ALGUMAS ESPÉCIES DE BIVALVES
IDENTIFICADAS PERTENCENTES A REGIÃO DA COSTA BRANCA-RN COM
CONCHAS ABERTAS**



Fonte: Autorial própria.

Legenda com lista de espécies:

13 e 14-*Tellina versicolor* (De Kay, 1843)

15 e 16-*Nucula semiornata* (d'Orbigny, 1842)

17 e 18-*Amerritella sybaritica* (Dall, 1881)

19 e 20-*Abra aequalis* (Say, 1822)

APÊNDICE A- PRANCHA 3 FOTOS DE ALGUMAS ESPÉCIES DE BIVALVES E
GASTRÓPODES IDENTIFICADOS PERTENCENTES A REGIÃO DA COSTA
BRANCA-RN



Fonte: Autoria própria.

Legenda com lista de espécies:

- 21-*Bulla occidentalis* (A. Adams, 1850)
- 22-*Smaragdia viridis* (Linnaeus, 1758)
- 23-*Natica livida* (Pfeiffer, 1840)
- 24-*Costoanachis catenata* (G. B. Sowerby I, 1844)
- 25-*Eulithidium affine* (C. B. Adams, 1850)
- 26-*Benthonella tenella* (Jefferys, 1869)
- 27-*Acteocina bullata* (Kiener, 1834)
- 28-*Atys caribaeus* (d'Orbigny, 1841)
- 29-*Cerithium atratum* (Born, 1778)
- 30-*Pinctada imbricata* (Roding, 1798)
- 31-*Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854)
- 32-*Olivella minuta* (Link, 1807)
- 33-*Divalinga quadrisulcata* (d'Orbigny, 1846)
- 34-*Paradentalium gouldii* (Dall, 1889)