Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia
Centro de Ciências Exatas e da Natureza – CCEN
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Linha de pesquisa: Ecologia de Ecossistemas e Comunidades

Laís Gumier Schimith

Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local

João Pessoa, PB
Outubro de 2019

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia

Centro de Ciências Exatas e da Natureza – CCEN

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Linha de pesquisa: Ecologia de Ecossistemas e Comunidades

Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Miodeli Nogueira Júnior

Orientadora: Dra. Verônica Maria de Oliveira

João Pessoa

2019

Catalogação na publicação

Seção de Catalogação e Classificação

S335e Schimith, Laís Gumier.
Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local / Laís Gumier Schimith. - João Pessoa, 2020.
86 f.: il.

Orientação: Miodeli Nogueira Júnior, Verônica Maria de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Turismo. 2. Impacto. 3. Macrobentos. 4. Infauna. I. Nogueira Júnior, Miodeli. II. Oliveira, Verônica Maria de. III. Título

UFPB/BC

Ata da 325ª Apresentação e Banca de Defesa de Mestrado de Laís Gumier Schimith

Ao(s) trinta e um dias do mês de outubro de dois mil e dezenove, às 14:00 horas, no(a) Sala do PPGCB, da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, membros da banca examinadora para avaliar a dissertação de mestrado de **Laís Gumier Schimith**, candidato(a) ao grau de Mestre em Ciências Biológicas. A banca examinadora foi composta por orientador(es) **Dr. Miodeli Nogueira Junior, UFPB**, e **Dra. Verônica Maria de Oliveira, UEMA**; e examinadores **Dra. Joseline Molozzi, UEPB** e **Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda, UFPB**. Compareceram à solenidade, além do(a) candidato(a) e membros da banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à sessão, a coordenação fez a abertura dos trabalhos, apresentando o(a) discente e os membros da banca. Foi passada a palavra ao(à) orientador(a), para que assumisse a posição de presidente da sessão. A partir de então, o(a) presidente, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a **Laís Gumier Schimith**, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito de seu trabalho intitulado **"Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local".** Passando então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, o(a) candidato(a) foi a seguir arguido(a) pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito APROVADA. Perante o resultado proclamado, os documentos da banca foram preparados para trâmites seguintes. Encerrados os trabalhos, nada mais havendo a tratar, eu, **Dr. Miodeli Nogueira Junior**, como presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa, 31/10/2019.

Dr. Miodeli Nogueira Junior

Dra. Verônica Maria de Oliveira

Dra. Joseline Molozzi

Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda

Laís Gumier Schimith
(discente ciente do resultado)

A Deus, aos meus pais, familiares e amigos que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada, por nunca me desamparar e sempre me manter cercada de pessoas especiais e incríveis.

A toda minha família, pelas palavras, gestos e incentivo.

Aos meus pais, Solange e Edson, pelo apoio e suporte na vinda para João Pessoa, e pelo amor, dedicação, carinho e compreensão de sempre.

Ao meu primo Fabiano, pelo meu crescimento pessoal e profissional. Por sempre ter sido o exemplo de biólogo no qual me orgulho espelhar. Graças a sua iniciativa, tive a oportunidade da realização do meu estágio no LIPY, que por si só já havia sido uma experiência enriquecedora. Por seu estímulo, participei da seleção do mestrado, e sem seu amparo não teria chegado até aqui.

Ao meu "sobrinho" José Grabriel, pelas partidas no vídeo-game, momentos de descontração, alegria e muitas risadas.

A Dalya, pelo acolhimento durante o estágio e todo o incentivo desde minha chegada a João Pessoa, pela amizade e por ter sido minha "irmã" de piercing.

Ao meu primeiro orientador, Prof. Dr. Miodeli Nogueira Júnior, por toda paciência, compreensão e auxílio ao me receber no estágio e no decorrer de todo o mestrado. Por me transmitir tanta calma, tranquilidade e segurança, sobretudo, nesses últimos meses.

A minha segunda orientadora, Profª. Dra. Verônica Maria de Oliveira, por todo suporte e esclarecimentos, principalmente quanto à identificação dos moluscos. Por me receber, juntamente com sua família, de forma tão acolhedora, em sua residência em São Luís.

A todos os amigos de Minas Gerais, que sempre me apoiaram, pelas conversas sobre pesquisas e sonhos, pela alegria, leveza, alívio da tensão e incentivo.

A todos os novos amigos que fiz em João Pessoa, em especial a Ana Luísa, pela contribuição ao desenvolvimento deste estudo, desde o início participando das coletas até a essa reta final. A sua irmã Larissa, por também ter sido indispensável para a condução do trabalho de laboratório. Agradeço a vocês, Fernanda e a Henrique, por terem me aturado e socorrido nos momentos de desespero, sobretudo, nos últimos meses.

Aos colegas e amigos do LIPY e da pós-graduação, Anderson (Trem), Bruna, João Paulo, Júlia (Júnior), Júlia (Sênior), Karina, Lívia, Ivânia, Niviane, Pedro, Serginho, Suênia. Cada um contribuiu de forma única para minha jornada, desde a época do estágio, durante o

processo seletivo e ao longo do mestrado, compartilhando momentos especiais, alegria e aprendizado.

A Capes, pela concessão da bolsa, aos professores e membros da secretaria do Programa de Pós-Graduação.

A SUDEMA, pela autorização do desenvolvimento desta pesquisa, e ao catamarã Kubanacan, pelo transporte até Areia Vermelha.

Aos profissionais e amigos do Equilíbrio do Ser, pelo tratamento do corpo e da alma, pelas boas energias, por terem me equilibrado na fase mais turbulenta desse mestrado. Namastê!

Enfim, sou grata a todos que forneceram tempo, experiência, incentivo intelectual e emocional, além de contribuírem de maneira direta ou indireta, para o desenvolvimento deste estudo.

“Todas as coisas são interligadas como o sangue que une uma família. O que acontecer com a Terra, acontecerá com seus filhos. O homem não pode tecer a trama da vida; ele é meramente um dos fios. Seja o que for que ele faça com a trama, estará fazendo consigo mesmo.”

Chefe Seattle

“Não despreze as criaturas porque elas são minúsculas... Não duvide de que nestas pequenas criaturas existem mais mistérios do que jamais imaginaremos.”

Charles Kingsley, 1855

RESUMO

O ambiente marinho tem sofrido muitos impactos associados às mudanças nas condições ambientais e à crescente expansão do turismo. Os danos ligados às atividades recreativas são ainda mais intensos em destinos populares de lazer e férias, como o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV). Este estudo visou caracterizar a macrofauna bêntica e identificar possíveis impactos após a temporada de maior visitação (verão). Seguindo o delineamento amostral BACI (*before-after-control-impact*), as amostragens foram realizadas em novembro de 2017 e março de 2018 (antes e depois da alta temporada de visitação). Amostras em triplicata foram coletadas nas zonas entremarés e sublitoral de Areia Dourada (AD, área de referência) e em quatro regiões de Areia Vermelha (AV, área de impacto) sujeitas a diferentes usos recreativos. Os resultados indicam que o PEMAV apresenta uma comunidade perturbada, com alta dominância de relativamente poucas espécies oportunistas capazes de lidar com o estresse na área. Gastropoda foi o táxon dominante da macrofauna (~98% do total coletado), apesar de a coleta de conchas com organismo ser inferior a 1%. Seus principais representantes foram *Caecum ryssotitum* e *Eulithidium affine* (~30% dos espécimes). Bivalvia, segundo grupo mais abundante, foi dominado por *Warrana besnardi* e *Crassinella lunulata* (~90% dos bivalves). Houve variação significativa (ANOVA, $p<0,05$) da densidade e dos parâmetros de diversidade avaliados entre regiões, períodos e zonas, exceto para o índice de Shannon com valores semelhantes entre as zonas. A estrutura da comunidade de gastrópodes e bivalves diferiu entre os fatores testados (PERMANOVA, $p<0,05$), com alta similaridade na composição de espécies de AD e das regiões de banco de areia e de catamarãs de AV. A ocorrência de mudanças significativas entre períodos foi relacionada, sobretudo, a diferenças na composição granulométrica (regiões de platô recifal e snorkeling) e a disponibilidade de recursos alimentares (AD). No geral, as principais diferenças entre as áreas de referência (AD) e de impacto (AV) não foram relacionadas à alta visitação, pois já eram encontradas no período "antes". As variações espaço-temporais da comunidade foram controladas por processos associados às características do sedimento, condições ambientais estabelecidas durante o ciclo das marés e pressão antropogênica na área. Embora os mecanismos envolvidos na sobrevivência dos organismos precisem de esclarecimentos adicionais e mais detalhados, a baixa correspondência entre organismos vivos e mortos reforça a necessidade de adotar medidas mais eficazes para o manejo do PEMAV.

Palavras-chave: turismo, impacto, macrobentos, infauna.

ABSTRACT

The marine environment has been suffered many impacts associated to environmental condition changes and by the crescent expansion of the tourism. The damage associated to recreational activities on leisure and vacation popular destinations such as the "Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha" (PEMAV; Red Sand Marine State Park) is even more intense. This study has aimed to characterize the benthic macrofauna and identify possible impacts after the high visitation season (summer). Following the BACI (*before-after-control-impact*) outline, samplings have been performed on November 2017 and March 2018 (before and after the high visitation season). Triplicate samples were taken in the sublittoral and intertidal zones at Areia Dourada (AD; reference area) and four areas of Areia Vermelha (AV, impacted area) subjected to different recreational usage. The results indicate that the PEMAV has a disturbed benthic community, with high dominance of a relatively few opportunistic species which are able to tolerate the stress in the area. Gastropoda was the dominant taxon of the macrofauna (98% of total sampled), but <1% of the shells sampled had organisms indicating they were alive when sampled. *Caecum ryssotitum* and *Eulithidium affine* were the dominant gastropod species (~30%). Bivalvia, the second most abundant taxon, was dominated by *Warrana besnardi* and *Crassinella lunulata* (~90% of bivalvians). There were significant differences (ANOVA; $p<0.05$) of density and ecological indexes between regions, periods and zones, except for the Shannon index with similar values comparing zones. Community structure of gastropods and bivalvians differed among the factors tested (PERMANOVA; $p<0.05$), with high similarity comparing AD, sand bank and catamaran areas of AV. The significant changes between the periods were mostly related to differences in the granulometric composition (reef plateau and snorkeling regions) and availability of food resources (AD). In general, the main differences between the reference (AD) and impacted (AV) areas were not related to the high visitation, since they were already found in the period "before". The spatial and temporal variations in the community were controlled by processes associated to features of the sediment, environmental conditions established through the tidal cycle and anthropic pressure in the area. Although the mechanisms involved in the survival of the organisms need further and more detailed clarification, the low correspondence between dead and live organisms reinforces the necessity to adopt more effective measures for the management of the PEMAV.

Keywords: tourism, impact, macrobenthos, infauna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do PEMAV e dos pontos de coleta. B=banco de areia; C =catamarãs; P=platô recifal; S=snorkeling (regiões de estudo que pertencem a Areia Vermelha); D =Areia Dourada. 24

Figura 2 – Gráfico das porcentagens de cada fração granulométrica das áreas de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada antes (A) e depois (B) da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada; 1= ponto localizado na zona entremarés; 2=ponto localizado na zona sublitoral.....29

Figura 3 - Variação da densidade média (± desvios padrão) da macrofauna presente nas regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).....30

Figura 4 - Variação da densidade média (±desvios padrão) dos gastrópodes em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). .32

Figura 5 - Proporção média (%) entre conchas com organismos e conchas vazias de gastrópodes (±desvios padrão) em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação. 32

Figura 6 - Variação da densidade média (± desvios padrão) de bivalves registrada nas áreas de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). 33

Figura 7 - Proporção média (%) entre conchas com organismos e conchas vazias de bivalves (± desvios padrão) em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação.....33

Figura 8 - Variação da riqueza média (±desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). 35

Figura 9 – Variação de J' médio (± desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). 35

Figura 10 - Variação de H' médio (± desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e

"depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). 36

Figura 11- Variação da densidade média (± desvios padrão) de *C. ryssotitum* e *E. affine* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada. 37

Figura 12 - Variação da densidade média (± desvios padrão) de *P. interruptus*, *C. brasilicum* e *S. catesbyana* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada. 38

Figura 13– Variação da densidade média (± desvios padrão) de *B. varium* e *E. bellum* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada. 38

Figura 14 – Variação da densidade média (± desvios padrão) de *C. lunulata* e *W. besnardi*, nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada. 39

Figura 15 – Dendograma gerado a partir da similaridade de Bray Curtis, mostrando o agrupamento das regiões de estudo do PEMAV. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada; 1= ponto localizado em região exposta durante a maré baixa, inferior a 0.5 m; 2=ponto localizado em região que permanece submersa durante a maré baixa. 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros abióticos dos pontos de coleta presentes em Areia Vermelha e Areia Dourada. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada.....28

Tabela 2 - Resultado da análise de variância (ANOVA três fatores) considerando a densidade da macrofauna entre região (AV – banco de areia x AV – catamarãs x AV – snorkeling x AV – platô recifal x AD), período (antes x depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa. 30

Tabela 3 – Densidade média (± desvios padrão) e valores máximos dos componentes da macrofauna do PEMAV. DM = densidade média, DP = desvio padrão; VM = valor máximo registrado em cada período; VP = variação percentual. Maiores valores de densidade destacados em negrito. 31

Tabela 4 - Resultado da análise de variância (ANOVA três fatores) considerando os índices ecológicos entre região (AV – banco de areia x AV – catamarãs x AV – snorkeling x AV – platô recifal x AD), período (antes x depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa. 34

Tabela 5 - Resultado da análise de variância (PERMANOVA três fatores) considerando a densidade das espécies de gastrópodes e bivalves entre região (Areia Vermelha – banco de areia x Areia Vermelha – catamarãs x Areia Vermelha – snorkeling x Areia Vermelha – platô recifal x Areia Dourada), período (antes x Depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa. 40

Tabela 6 - Comparação entre os períodos de cada zona das regiões de estudo do PEMAV (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa.....40

Tabela 7 - Comparação entre as zonas de cada região de estudo do PEMAV em cada período (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa.....40

Tabela 8 - Comparação entre as regiões de estudo do PEMAV em cada zona durante os períodos “antes” e “depois” (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa. 41

Tabela 9 – Resultado da análise SIMPER indicando a contribuição acumulada e por espécie dos gastrópodes mais abundantes para a formação dos grupos da análise de agrupamento hierárquico. 43

Tabela 10 – Resultado da análise BIO-ENV com as combinações das variáveis ambientais que melhor explicam a matriz de similaridade da comunidade de Gastropoda e Bivalvia 43

LISTA DE APÊNDICE E ANEXOS

Apêndice 1 - Lista taxonômica das espécies de gastrópodes e bivalves coletados no PEMAV. A= Período “antes”; D= Período “depois”; AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada; 1= ponto localizado na zona entremarés; 2=ponto localizado na zona sublitoral..... 67

Anexo 1 – Autorização do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade)..... 78

Anexo 2 - Autorização da SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente)..... 82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1. Fatores determinantes da comunidade bêntica 15
1.2. Impactos antrópicos nos sistemas marinhos 17
1.3. O Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha 20
2. OBJETIVO 22
2. 1. Objetivo geral 22
2. 1. Objetivos específicos 22
3. METODOLOGIA 23
3.1. Área de estudo 23
3. 2. Delineamento amostral 24
3. 3. Procedimentos de campo e laboratório 25
3.4. Análises estatísticas 26
4. RESULTADOS 28
4.1. Variáveis ambientais 28
4.2. Macrofauna 29
4.2.1. Composição taxonômica 30
4.2.2. Estrutura da comunidade – Gastropoda e Bivalvia 32
5. DISCUSSÃO 44
5. 1. Caracterização da comunidade 44
5. 2. Variação espaço-temporal da comunidade 45
5. 3. Predomínio de conchas vazias 49
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 52
7. REFERÊNCIAS 53
8. APÊNDICE 67
9. ANEXOS 78

1. INTRODUÇÃO

O oceano ocupa aproximadamente 71% da superfície terrestre (CASTRO; HUBER, 2012), fornecendo cerca de 300 vezes mais espaço para a vida, comparado à terra e água doce juntos (LALLI; PARSONS, 1997). Assim, é indispensável estudá-lo, dado sua importância como fonte de alimento, medicamentos, energia, entre outros recursos, além de possibilitar a recreação e oferecer vias de navegação (CALAZANS, 2011; GONÇALVES; MARQUES, 2017).

O ambiente marinho pode ser categorizado em dois grandes domínios: pelágico, que abrange a coluna d'água, e bêntico, que corresponde ao substrato. Os organismos que vivem em relação direta com o substrato são chamados coletivamente de bênticos (LALLI; PARSONS, 1997). De um modo geral, os ecossistemas marinhos abrigam alta diversidade biológica, que é caracterizada de forma considerável por invertebrados que vivem enterrados no interior do sedimento (infauna) ou sobre o mesmo (epifauna) (SNELGROVE, 1999). Há representantes de praticamente todos os filos na fauna bêntica (ou zoobentos), incluindo desde espécimes com dimensões menores que 0,5 mm (meiofauna) a maiores que 5 cm (megafauna) (CALAZANS, 2011).

A macrofauna bêntica, foco deste estudo, abrange organismos retidos em malhas de 0,5 mm até 5 cm. Seus representantes mais abundantes pertencem aos grupos Decapoda, Mollusca, Polychaeta e Echinodermata (CALAZANS, 2011). A fauna macrobêntica constitui uma importante associação biológica do habitat onde está presente (SNELGROVE, 1999), influenciando as condições do habitat devido ao seu comportamento circulatório, respiratório e excretor (MCARTHUR *et al*., 2010). Esses organismos alteram a estrutura do sedimento (bioturbação), enquanto se alimentam, escavam, constroem tocas e formam pelotas fecais. Suas atividades afetam também a troca de solutos e fluidos, formando um mosaico de microambientes biogeoquímicos (ALLER, 1982). Além disso, a bioturbação repercute nos processos microbianos, estimulando atividades como a remineralização da matéria orgânica (ALLER, 1982; BELLEY; SNELGROVE, 2016).

Em conjunto, o zoobentos desempenha importante papel ecológico para o funcionamento dos ecossistemas marinhos. Atua na dinâmica global de diversos ciclos geoquímicos, como o do carbono, enxofre e nitrogênio, bem como na distribuição e destino de poluentes, diluindo-os e/ou metabolizando-os em compostos menos tóxicos (SNELGROVE *et al.*, 1997). Ocupa diferentes níveis das cadeias tróficas marinhas, existindo espécies consumidoras de detritos, fitoplâncton e zooplâncton, além de várias serem fonte de alimento

para inúmeros organismos marinhos, incluindo muitos de valor comercial (BARROS JR *et al.*, 2009).

O monitoramento da fauna bêntica também fornece informações relevantes para a compreensão dos efeitos de perturbações nos sistemas marinhos (AGARD *et al.*, 1993; BESSA *et al*., 2014; GONÇALVES; MARQUES, 2017). As mudanças ambientais geralmente refletem na estrutura da comunidade, pois seus componentes apresentam estreita associação com o substrato, além de vasta gama de estratégias tróficas e reprodutivas (WARWICK, 1993). As respostas irão variar conforme a capacidade de dispersão dos organismos, bem como o grau de sensibilidade e tolerância a mudanças ambientais (OLSGARD; SOMERFIELD, 2000).

O potencial dos organismos bênticos como indicadores de perturbações é amplamente explorado em inúmeros estudos, inclusive com a macrofauna (HEWITT *et al.*, 2016; CHECON *et al.*, 2018). Por exemplo, picos de abundância de poliquetas podem representar a primeira indicação de enriquecimento orgânico em algumas áreas (PEARSON; ROSENBERG, 1978), enquanto a ausência ou baixa densidade de anfípodes sensíveis ao pisoteio podem servir como referência para os efeitos deste impacto (REYES-MARTÍNEZ *et al.*, 2015).

No caso dos moluscos, a preservação e o acúmulo de conchas ainda fornecem evidências da ocorrência de gerações atuais e passadas que habitaram dada área, de maneira temporária ou permanente (KIDWELL; TOMAŠOVÝCH, 2013). Tais depósitos superficiais permitem embasar o estabelecimento de associações de espécies e/ou áreas malacologicamente homogêneas (ABSALÃO *et al.*, 1999), pois muitos organismos são sedentários (GONÇALVES; LANA, 1991), e geralmente é reduzida a remobilização das conchas vazias, sobretudo, em áreas com menor energia hidrográfica (TOMAŠOVÝCH; KIDWELL, 2009; POIRIER *et al.*, 2010). Ademais, é possível reconstruir mudanças na estrutura da comunidade, através do diagnóstico de diferenças composicionais entre áreas alteradas e inalteradas (FERGUSON, 2008; WEBER; ZUSCHIN, 2013; SMITH; DIETL, 2015; MARTINELLI *et al*., 2016).

1.1. Fatores determinantes da comunidade bêntica

Os padrões de biodiversidade bêntica são controlados por uma associação complexa de variáveis abióticas e bióticas (MCLACHLAN, 1996; MCARTHUR *et al*., 2010). No caso das águas rasas, a comunidade presente neste ambiente é submetida a condições dinâmicas ligadas principalmente à hidrodinâmica (ondas, correntes, marés), tipo de substrato, temperatura,

salinidade, disponibilidade de luz e comida. Além de essas variáveis abióticas exercerem papel estruturador da comunidade, também são determinantes em fatores biológicos como competição, predação e tipo de desenvolvimento (CALAZANS, 2011; ORTEGA *et al.*, 2018).

Neste contexto, a fauna de invertebrados presentes na faixa entremarés possui diferentes adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais para lidar com oscilações do nível de maré e a ação das correntes (DEXTER, 1992; NEWELL *et al.*, 1998). Assim, a distribuição dos organismos neste ambiente está, em parte, ligada à sua capacidade de tolerar a exposição periódica ao ar e à ação das ondas, além de flutuações na temperatura e salinidade (LALLI; PARSONS, 1997; RODIL; LASTRA, 2004; ARCHAMBAULT *et al*., 2014).

Comparado ao meio pelágico, o substrato oceânico proporciona uma maior variedade de habitats, detentores de condições ambientais e características biológicas próprias. As propriedades do substrato representam uma força seletiva primordial para o estabelecimento e a composição de qualquer comunidade bêntica (TAIT, 1998; CALAZANS, 2011). Em cada tipo de fundo, a proporção de rochas, lama, areia e silte irá interferir diretamente na distribuição de infauna e epifauna (CASTRO; HUBER, 2012).

Em comparação aos substratos duros (ou consolidados), os macios (ou inconsolidados) geralmente apresentam maior uniformidade estrutural, diferindo em complexidade quanto ao tamanho, tipo e agregação dos grãos (BELL *et al*., 1991; CASTRO; HUBER, 2012). As características sedimentológicas estão fortemente associadas a processos que regulam a abundância, diversidade e distribuição dos organismos, além de afetar outras variáveis neste ambiente (MCARTHUR *et al*., 2010).

O tamanho da partícula interfere na porosidade do sedimento, bem como na quantidade de matéria orgânica e disponibilidade de oxigênio (BELL *et al*., 1991). Nas zonas costeiras rasas, a associação entre a intensidade das ondas, marés e correntes interfere na composição granulométrica, na dinâmica sedimentar e no nível de deposição das partículas, assim como no fornecimento de recursos (SNELGROVE, 1999; CASTRO; HUBER, 2012). O assentamento larval e recrutamento são outros mecanismos afetados, de forma direta ou indireta, pela natureza do regime hidrográfico (RODRIGUEZ *et al*., 1993).

As comunidades entremarés de substratos inconsolidados são caracterizadas por um predomínio da infauna, que exibe modos especializados e apropriados de escavação para cada grau de partícula (BELL *et al.*, 1991). As camadas superficiais de sedimentos moles são fisicamente instáveis, sendo os grãos constantemente deslocados em resposta ao efeito das

marés (THISTLE *et al.*, 1985). Com isso, o revolvimento do sedimento é um dos possíveis estresses físicos impostos à comunidade pelo movimento das águas (DEXTER, 1992).

Por outro lado, nos fundos inconsolidados não ocorrem flutuações tão grandes de temperatura e salinidade como nos substratos duros. Conforme o tamanho do grão, a água é drenada de forma mais lenta, fazendo com que o sedimento permaneça úmido por mais tempo durante a maré baixa (SNELGROVE, 1999; CASTRO; HUBER, 2012). A zonação dos organismos é dinâmica e variável, sem apresentar um padrão claro como o de costões rochosos (LALLI; PARSONS, 1997). Contudo, a comunidade na zona sublitoral tende a ser mais diversa e abundante, devido à estabilidade das condições físicas e maior disponibilidade de nichos (MCLACHLAN, 1977; DEXTER, 1992).

Em termos gerais, a estrutura zoobêntica é produto de uma complexa interação de fatores ambientais variáveis e dinâmicos. Os potenciais efeitos dependem de alguns aspectos do habitat, tais como características geomorfológicas, tipo e/ou grau de pressão antropogênica (BAE *et al*., 2018), condições oceanográficas e processos costeiros (RODIL; LASTRA, 2004). Com isso, qualquer comunidade está sujeita a flutuações temporais e espaciais em diferentes escalas (UNDERWOOD, 1989), tendendo a ser ampla a resposta e recuperação diante de uma variação ambiental anormal das condições ambientais (PEARSON; ROSENBERG, 1978; RICKLEFS; RELYEA, 2016).

Algumas comunidades mantêm-se mais estáveis e equilibradas, devido a sua inércia ou capacidade de recuperação diante de certas perturbações. Outras sofrem variações bem amplas, pois são mais afetadas por condições ambientais favoráveis ou desfavoráveis (UNDERWOOD, 1989; RICKLEFS; RELYEA, 2016). Além disso, as mudanças ambientais também podem gerar consequências diferentes conforme a frequência, duração e intensidade. Neste sentido, a resposta pode diferir devido a sinergismos entre estresses simultâneos ou sucessivos (UNDERWOOD, 1989; BEGON *et al*., 2007).

1.2. Impactos antrópicos nos sistemas marinhos

A interferência humana tem alterado muitos padrões naturais das comunidades (ZHANG *et al*., 2017). Praticamente todos os ecossistemas marinhos foram afetados, sendo os costeiros sujeitos a pressão antrópica mais intensa (MCLEAN, 2001; HALPERN *et al.*, 2007). Historicamente, a maioria da população mundial sempre viveu relativamente próxima do litoral, sobretudo a 100 km da costa (CASTRO; HUBER, 2012), sendo intensificada a degradação costeira nos últimos 150 a 300 anos (LOTZE *et al*., 2006). A pressão induzida por atividades como pesca, turismo e exploração de recursos naturais geraram crescente estresse

antropogênico, hoje exacerbado pelos efeitos das mudanças climáticas (MCLACHLAN *et al*., 2013; MINEUR *et al*., 2015).

A associação entre estressores locais e globais tem provocado alterações físicas e biológicas em um ritmo inesperado (MINEUR *et al*., 2015). De um modo geral, os sistemas naturais são expostos a uma miríade de estressores antrópicos, com efeitos diretos, indiretos e interativos (BREITBURG; RIEDEL, 2005). Estes ainda podem se propagar em várias escalas ecológicas, espaciais e temporais, interferindo na distribuição de espécies e desencadeando uma cascata de mudanças degradativas na estrutura e no funcionamento das comunidades (THRUSH *et al*., 2004; BEGON *et al.*, 2007). Além disso, devido a efeitos acumulativos, os distúrbios de pequena escala, como pisoteio, podem ter impactos similares aos de grande escala, como as grandes tempestades (MINCHINTON; FELS, 2013). Para populações que sofreram reduções, ainda representa uma ameaça adicional serem expostas a novos impactos (SORTE *et al*., 2016).

Há estressores oriundos de fontes diretas e com consequências mais evidentes, como nos casos do pisoteio e da sobrepesca (MINEUR *et al*., 2015). Outros, como efluentes lançados nos ecossistemas marinhos, podem ser mais intensos na escala local e ficarem restritos às proximidades do emissário. É possível que ampliem sua área de influência ao serem dispersos por alguns fatores ambientais, como correntes e marés (MUNIZ; PIRES, 1999; MÉNDEZ, 2002; BREITBURG; RIEDEL, 2005). Além disso, o fluxo da água e outras perturbações físicas podem aumentar a disponibilidade de oxigênio, favorecer a decomposição aeróbica de matéria orgânica, promovendo heterogeneidade e diversidade nas comunidades (WIDDICOMBE; AUSTEN, 2001; AUSTEN; WIDDICOMBE, 2006).

De um modo geral, a resposta da comunidade será determinada pela intensidade, extensão espacial e temporal dos distúrbios, além de modificações nas propriedades físicas e químicas do habitat e pelas particularidades de cada espécie (THRUSH *et al.*, 1991). Uma das consequências mais comuns são reduções populacionais, provocadas pela superexploração e/ou destruição de habitats e locais de desova (THRUSH *et al.*, 2004; HINZ *et al.*, 2009), apesar de também ser possível aumento da abundância, como nos casos de enriquecimento orgânico e introduções biológicas (PEARSON; ROSENBERG, 1978; SALA; KNOWLTON, 2006). Geralmente os organismos que compõem locais sujeitos a atividades exploratórias frequentes são fruto de uma seleção determinada por um distúrbio recorrente. Neste caso, a comunidade é caracterizada por baixa abundância de espécies vulneráveis e dominância de espécies oportunistas ou resistentes ao impacto (GOMES JR, 2015; RICKLEFS; RELYEA, 2016).

A complexidade do habitat também amplia as possibilidades de efeitos do estresse antropogênico sobre a comunidade. Por exemplo, a presença de cobertura algal pode minimizar e amortecer o impacto do pisoteio na infauna presente abaixo da camada de sedimentos vegetados (CHANDRASEKARA; FRID, 1996). O pisoteio pode acarretar perda da complexidade estrutural das algas, levando a reduções na densidade da epifauna associada, devido à perda de habitat colonizável (BROWN; TAYLOR, 1999). Por outro lado, o dano causado pelo pisoteio nos substratos fitais pode estimular o crescimento bacteriano e acarretar, como consequência indireta, o aumento de espécies oportunistas (CHANDRASEKARA; FRID, 1996). Dessa forma, o efeito sobre a comunidade pode ser de duas vias antagônicas, prevalecendo os espécimes que melhor utilizarem os recursos (GOMES JR, 2015; RICKLEFS; RELYEA, 2016).

Qualquer desequilíbrio gerado pela exposição a estressores antropogênicos pode desencadear inúmeras mudanças comunitárias, com efeitos profundos na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (LOTZE *et al.*, 2006; SALA; KNOWLTON, 2006; SORTE *et al*., 2016). Como em uma comunidade, os organismos e as populações estabelecem uma rede de interações, sobretudo de interdependência (BEGON *et al.*, 2007); a remoção de uma espécie, assim como o crescimento populacional anormal, pode afetar a produtividade, dinâmica de nutrientes, decomposição e remineralização da matéria orgânica (BELLEY; SNELGROVE, 2016; GONÇALVES; MARQUES, 2017). Há espécies críticas para sustentar os sistemas ecológicos e o equilíbrio do ecossistema, desempenhando certos serviços que não podem ser compensados por outras. Com isso, a retirada de uma espécie pode ainda interferir na provisão de serviços de outras (SNELGROVE *et al.*, 1997; SORTE *et al*., 2016).

Ao se compreenderem as relações entre os organismos e a dinâmica de seu habitat, é possível identificar variáveis direcionadoras de padrões de biodiversidade, além de se reconhecer alterações das características ambientais para condições não ideais (ANDERSON, 2008; CHECON *et al*., 2018). Também é pertinente avaliar como as comunidades marinhas são afetadas por distúrbios naturais e antrópicos, quando atuam isoladamente ou em conjunto (KOTTA *et al.*, 2016). Tudo isso amplia o conhecimento tanto de processos ecológicos básicos como da interferência dos estressores nos habitats naturais (HEWITT *et al*., 2016; ZHANG *et al*., 2017). Tais informações são cruciais para reavaliação do uso existente e também para o planejamento e a adoção de medidas adequadas de manejo, restauração e conservação dos recursos naturais (MCARTHUR *et al*., 2010; MCLACHLAN *et al*., 2013; WEBER; ZUSCHIN, 2013).

1.3. O Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha

Desde meados de 1990, houve um aumento em estudos focados nos impactos prejudiciais das atividades recreacionais sobre os indivíduos, bem como nas propriedades físicas e químicas dos sistemas marinhos (MONZ *et al.*, 2013). O turismo exerce forte interferência onde é realizado e, sem o devido planejamento, pode degradar os próprios ambientes dos quais necessita para sua implantação. Haja vista a vulnerabilidade e sensibilidade de certos ecossistemas, como os recifes de corais, a ação antrópica pode ser ainda mais prejudicial (LOURENÇO, 2010; SILVA, 2013; SANTOS, 2014).

O turismo em massa é uma realidade presente em inúmeras regiões do globo (BESSA *et al.*, 2014; GONÇALVES; MARQUES, 2017). O Brasil possui uma das maiores faixas costeiras do mundo, onde estão localizadas 13 de suas 27 capitais. O país detém uma variedade de atrativos naturais para a exploração turística (MMA, 2010), havendo forte concentração de investimentos nas regiões litorâneas, sobretudo em razão de seu processo histórico de ocupação (SEABRA, 2014).

No setor turístico paraibano, o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV) destaca-se por sua riqueza ambiental e paisagística, recebendo visitantes de várias partes do mundo (QUERINO, 2011). O PEMAV é formado por dois bancos de areia expostos durante a maré baixa, a Ilha de Areia Vermelha, aberta a visitação turística, e a Ilha de Areia Dourada, fechada a visitação (MASSEI; FERREIRA, 2016).

O grande fluxo de turistas no PEMAV, sobretudo no verão, exerce pressões variadas na biodiversidade local, estando entre as mais expressivas o tráfego e ancoragem de embarcações (SEABRA, 2014), assim como o pisoteio (SILVA, 2014; COSTA; MIRANDA, 2016). Ambos podem gerar danos físicos, ter caráter destrutivo para o ambiente e afetar diretamente a composição da fauna bêntica. Entre os efeitos possíveis estão a ruptura e compactação de substrato, além da danificação e esmagamento dos organismos (CHANDRASEKARA; FRID, 1996; REYES-MARTÍNEZ *et al.*, 2015). Outros efeitos adversos indiretos advêm de movimentos realizados nas águas rasas, os quais provocam o revolvimento do sedimento e aumentam o material particulado em suspensão na água, afetando a dinâmica sedimentar. A interferência na fauna é tanto física, como provocada por mudanças no nível de incidência de luz, composição de sedimentos, disponibilidade de matéria orgânica, entrada de nutrientes, qualidade de água e concentração de oxigênio dissolvido (BROWN; TAYLOR, 1999; BISHOP; CHAPMAN, 2004; CHOU, 2004; SCHLACHER; THOMPSON, 2012; MINCHINTON; FELS, 2013).

O PEMAV é um dos cartões postais da Paraíba, e sua visitação gera renda para inúmeras famílias (LOURENÇO *et al.*, 2015). Quando realizado com planejamento adequado, o turismo estimula o desenvolvimento econômico local e regional (SEABRA, 2014). Para tal, deve ser estruturado em um modelo sistêmico que envolva componentes ecológicos, sociais e culturais (MONZ *et al.*, 2013).

Sob o ponto de vista econômico e social, é observada a relevância de continuar a visitação no PEMAV, contudo é indispensável seu desenvolvimento sem degradar este atrativo natural e sua biodiversidade. Caso continue seu uso turístico intenso e desordenado, pode haver comprometimento da saúde do ambiente natural e também interferência na execução do turismo em longo prazo (COSTA; MIRANDA, 2016). Apesar de haver algumas pesquisas ligadas à fauna local (LOURENÇO *et al.*, 2015; GONDIM *et al.*, 2011; QUERINO, 2011), estas são incipientes e ainda não foram registradas as consequências do uso turístico sobre a biota.

Considerando que a exploração humana modifica a estrutura da comunidade, que passa a ser dominada por um conjunto de espécies tolerantes aos impactos gerados (BOER; PINS, 2002), este projeto visa testar as hipóteses de que Areia Vermelha terá menor diversidade e maior dominância de espécies quando comparada a Areia Dourada. Também haverá uma variação significativamente maior na composição da comunidade de Areia Vermelha (área impactada) do que na de Areia Dourada (área controle) ao se compararem os períodos de antes e depois da alta visitação. Espera-se que áreas perturbadas por algum impacto antrópico exibam maiores variações das que ocorreriam naturalmente em áreas onde nenhuma perturbação similar ocorreu – independente de diferenças espaciais ou temporais de cada uma dessas áreas (UNDERWOOD, 1989).

2. OBJETIVO

2. 1. Objetivo geral

Estudar a macrofauna bêntica do substrato inconsolidado presente no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB), identificando possíveis mudanças antes e depois da temporada de maior visitação.

2. 1. Objetivos específicos

- Descrever a diversidade da macrofauna bêntica de Areia Vermelha e Areia Dourada;

- Avaliar diferenças na estrutura da comunidade macrobêntica de uma área afetada historicamente por turismo intenso e de outra ecologicamente semelhante que recebe visitação nula ou mínima;

- Testar a premissa de que a abundância e diversidade da macrofauna mudam após o episódio de maior visitação, que ocorre no verão.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O PEMAV está situado no litoral do município de Cabedelo, Paraíba (Figura 1). De acordo com classificação Köppen-Geiger, a região apresenta clima As', tropical com estação seca no verão e chuvosa no outono-inverno. A pluviosidade média anual é de 1800 mm, e a temperatura varia entre 25-28°C (ALVARES *et al.*, 2013).

O PEMAV tem uma área de 230,91 hectares e 3 km de extensão Norte – Sul, nas coordenadas 7°00'56" S e 34°48'58" O até 6°59'11"S e 34°48'53"O, distando cerca de 1 km da Praia de Camboinha, a costa mais próxima. No entorno dos bancos de areia, há um rico ecossistema recifal, que sustenta uma representativa biodiversidade marinha (LOURENÇO *et al.*, 2015). É dividido em duas unidades fisiográficas, uma delas é Areia Vermelha, um banco de areia em forma de coroa que aflora durante os períodos de maré baixa. Essa ilha é caracterizada por formações coralíneas e bancos de macroalgas, piscinas naturais, canais, barretas e poças de maré. A outra é a Ilha de Areia Dourada, detentora de um banco de areia mais extenso e menos largo que a anterior, contendo diversas formações calcáreas e uma diversidade de corais e zoantídeos. O acesso ao Parque ocorre por meio de embarcações, como catamarãs, lanchas e pequenos barcos, que saem das praias do Poço e de Camboinha (QUERINO, 2011; LOURENÇO *et al.*, 2015; SANTOS, 2014; SILVA, 2014).

O PEMAV se tornou uma unidade de proteção integral através de Decreto Estadual n.º 21.263 de 28 de agosto de 2000. Seu enquadramento na categoria de Parque proporcionou amparo legal para área, no entanto, não garantiu a efetividade dessa Unidade de Conservação, que passa por um processo de uso incompatível com a legislação (SEABRA, 2014). Especificamente, seu objetivo seria "proteger os recursos naturais locais, ordenar os usos existentes (e.g. turismo, pesca, recreação) e despertar uma consciência ecológica e conservacionista dos visitantes" (PARAÍBA, 2000, p. 2).

Desde a criação do Parque, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), órgão responsável por sua gestão, publicou planos emergenciais que estabeleciam normas de conduta para a visitação e realização de atividades, mas não garantiam a preservação da área (SEABRA, 2014). Em 2016, foram incorporadas à portaria que regulamenta o uso e acesso ao PEMAV, medidas estabelecidas em um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) (PARAÍBA, 2016). A aprovação de um Plano de Manejo, em janeiro de 2017, pela SUDEMA e o Conselho Gestor do Parque representou um passo importante para a gestão do PEMAV, uma vez que a ausência do mesmo era vista como um grande problema. No entanto, cabe ressaltar que ainda não ocorreu a sua publicação e

implantação, o que dificulta a fiscalização e exigência do cumprimento de normas de conduta pelos usuários (LOURENÇO, 2010; SANTOS, 2014; SILVA, 2014; GOVERNO DA PARAÍBA, 2017).

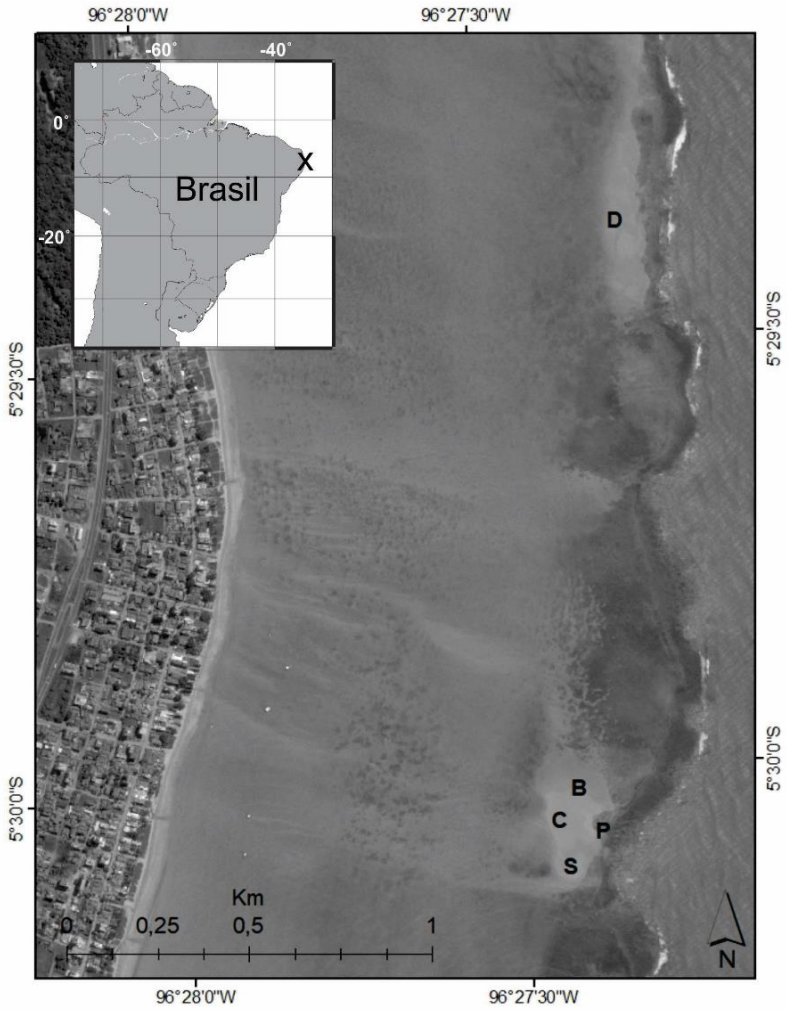

Figura 1 – Localização geográfica do PEMAV e dos pontos de coleta. B=banco de areia; C =catamarãs; P=platô recifal; S=snorkeling (regiões de estudo que pertencem a Areia Vermelha); D =Areia Dourada.

3. 2. Delineamento amostral

A amostragem seguiu o desenho amostral BACI (*before-after-control-impact*), que oferece maior grau inferencial para avaliação de impactos antrópicos (ROEDENBECK *et al.*, 2007). Este modelo associa variações espaciais e temporais, envolvendo a comparação de áreas de impacto com áreas de controle, antes e depois da atividade de interesse (SMITH, 2002).

O PEMAV sofre diferentes impactos antrópicos ligados ao turismo desordenado. Na Ilha de Areia Vermelha (AV), os danos estão atrelados a uma variedade de atividades, tais como lazer no banco de areia, atracagem e tráfego de catamarãs, caminhada no platô recifal,

prática de snorkeling, dentre outros. Já a visitação da Ilha de Areia Dourada (AD) é proibida por embarcações de propulsão a motor, e historicamente a visitação sempre foi consideravelmente menor (COSTA; MIRANDA, 2016; PARAÍBA, 2016; LEITE; MIRANDA, 2019).

O turismo é massificado durante o verão, sobretudo nos meses de dezembro a fevereiro. Na baixa temporada, a visitação é mais comum nos finais de semana, enquanto no verão ocorre diariamente, limitada somente pelo regime das marés (LOURENÇO, 2010; GONDIM *et al.*, 2011; SANTOS, 2014). Nesse contexto, para estudar variações na estrutura da macrofauna bêntica após um episódio de alta visitação, foram realizadas coletas em 07 e 08 de novembro de 2017 e em 01 e 02 de março de 2018, com maré inferior a 0,5 m.

AD foi selecionada como área de referência (controle) para variações naturais ocorridas durante o período de estudo. Além de ser próxima e ecologicamente semelhante, está submetida a condições hidrológicas similares a AV. O principal diferencial em comparação a AV refere-se aos distúrbios provocados pelo turismo, posto que AD exibe visitação nula ou mínima (LEITE; MIRANDA, 2019). No caso de AV, para complementar os propósitos deste estudo e discutir possíveis diferenças na resposta da comunidade conforme o tipo de atividade turística, foram selecionadas quatro regiões delimitadas por estudos prévios de acordo com seu uso e ocupação (COSTA; MIRANDA, 2016).

Os cinco pontos de coleta de dados amostrados no PEMAV estão listados na Figura 1. Em cada ponto foram coletadas amostras em triplicata em dois ambientes (entremarés e sublitoral) em cada campanha (antes e depois). Dessa forma, em AD foram coletadas três amostras na zona entremarés e três na sublitoral. Em cada região de AV, foi realizado o mesmo procedimento. Considerando as duas campanhas de estudo, no total, foram 60 amostras analisadas.

3. 3. Procedimentos de campo e laboratório

Dados abióticos (temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido) das áreas de amostragem foram determinados *in situ.* Também foram recolhidos sedimentos de cada ponto de coleta, sendo realizada sua granulometria e análise do teor de matéria orgânica no Laboratório de Meiofauna (Universidade Federal de Campina Grande, campus Cuité). Para análise granulométrica, 100 g de sedimento seco de cada estação foram peneirados com um agitador de peneiras com batida intermitente (ROTAP) e o tamanho dos grãos, expressos em percentual da massa total da amostra (SUGUIO, 1973; BROWN; MCLACHLAN, 1990). Para estimar o teor de matéria orgânica (MO), foram pesados 100 g de sedimento previamente seco

a 60°C na estufa. Em seguida, o material foi colocado na mufla por um período de 12 horas a 450°C (WALKLEY; BLACK, 1934). O sedimento sofreu uma nova pesagem pós-procedimento em mufla, e a diferença de peso demonstrou a quantidade de matéria orgânica de cada estação, expressa em percentual da massa.

O material biológico foi coletado com um tubo de PVC (corer) de 15 cm de diâmetro a uma profundidade de 15 cm (área de 0,018 m^2). Antes de acondicionar em potes plásticos, as amostras foram passadas em uma rede de malha de 0,5 mm de abertura. Em laboratório, as amostras foram novamente peneiradas em uma malha de 0,5 mm, sob água corrente, e posteriormente fixadas em formol a 4%.

As amostras inteiras foram triadas com o auxílio de microscópio estereoscópico, sendo realizada a separação dos organismos em grupos taxonômicos superiores e posterior preservação em álcool etílico 70%. Os organismos pertencentes ao subfilo Crustacea e às classes Polychaeta e Scaphopoda foram contados apenas nesses grandes grupos, sendo incluídos apenas nas análises que abrangem a densidade total da macrofauna.

Por serem as conchas vazias um registro quantitativo semipermanente, que possibilita o entendimento da situação dos sistemas ecológicos e fornece perspectivas temporais para avaliação ambiental (FERGUSON, 2008; KIDWELL; TOMAŠOVÝCH, 2013; KOSNIK; KOWALEWSKI, 2016), foram considerados neste estudo os moluscos coletados vivos, assim como conchas desprovidas de parte mole, em bom estado de conservação. Os indivíduos das classes Gastropoda e Bivalvia foram identificados ao menor nível taxonômico possível, com base em bibliografia especializada (RIOS, 2009; TUNNELL JR *et al*., 2010; REDFERN, 2013; HUBER *et al.*, 2015). Gastrópodes em estágios muito iniciais e/ou com protoconcha danificada, que não puderam ser identificados até nível de espécie, foram agrupados em "juvenis de gastrópodes não identificados" e "*Cerithiopsis* spp.". Estes grupos foram incluídos apenas nas análises que abrangem a densidade total da macrofauna e dos gastrópodes. Os espécimes agrupados em *Cerithiopsis* spp. foram considerados para todas as análises, quando foram os únicos representantes coletados do gênero – isso ocorreu em apenas três réplicas de AV, do período "depois".

3.4. Análises estatísticas

A densidade de cada amostra foi calculada através da fórmula: D=N/A, onde D = densidade, N = número de indivíduos na amostra, A = área do tubo amostrador de PVC (0,018 m^2). A variação percentual foi calculada através da fórmula: VP = $(R_{depois}-R_{antes})*100/R_{antes}$, onde VP = variação percentual, R_{antes} = registro observado no período

“antes”, $R_{depois=}$ registro observado no período “depois”. A riqueza número de espécies, índice de diversidade de Shannon (H’, log 2) e índice de Pielou (J’), foram calculados no software Primer 6® (CLARKE *et al.*, 2014).

Os dados de densidade da macrofauna e todos os índices ecológicos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA três fatores), para identificar possíveis diferenças significativas entre períodos (antes x depois), regiões (banco de areia, catamarãs, platô recifal, snorkeling, Areia Dourada) e zonas de estudo (entremarés x sublitoral), assim como possíveis interações entre esses fatores. Os dados da densidade e do índice de Shannon foram transformados por Box cox por não atenderem às premissas de distribuição normal e homocedasticidade da ANOVA (ZAR, 2010). Quando detectadas diferenças significativas ($p<0,05$), os dados foram analisados em um Teste Tukey a posteriori. Essas análises foram conduzidas no software Statistica 12®.

Variações na estrutura da comunidade de gastrópodes e bivalves foram analisadas através de uma análise permutacional multivariada de variância (PERMANOVA três fatores), considerando os mesmos fatores testados para a ANOVA. Foram realizados testes a posteriori par-a-par, quando detectadas diferenças significativas. Para analisar a similaridade entre as regiões de estudo, foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico (cluster, group average). A PERMANOVA foi baseada em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, considerando a densidade das espécies de gastrópodes e bivalves em cada réplica, enquanto, para facilitar a visualização do cluster, foi gerada uma matriz a partir da densidade média da zona de cada ponto de coleta. Através de análise SIMPER, foram identificadas as espécies que mais contribuíram para a similaridade dos grupos formados. Para todas as análises multivariadas, os dados bióticos foram transformados por raiz quarta para reduzir o peso de espécies muito abundantes sobre as raras (LEPŠ; ŠMILAUER, 2003). Para explorar as relações entre os parâmetros ambientais e a estrutura da comunidade de gastrópodes e bivalves, foi realizada a rotina BIOENV (CLARKE; AINSWORTH, 1993). A matriz dos dados bióticos utilizada foi a mesma do cluster; para os dados abióticos mensurados neste estudo, foi gerada uma matriz de distância euclidiana normalizada a partir de todas variáveis ambientais transformadas por log (x+1). Todas essas análises foram conduzidas no software Primer 6® (CLARKE *et al.*, 2014).

4. RESULTADOS

4.1. Variáveis ambientais

A salinidade máxima registrada foi de 42 e a mínima de 38. A temperatura variou entre 27 e 31,7°C, com valores levemente maiores para todas as regiões durante o período "antes", com exceção de AD, que teve temperatura mais elevada no período "depois". A concentração de oxigênio dissolvido variou de 2,46 a 11,58 mg/l, sendo registrados os maiores valores para AD e para a região de banco de areia de AV, durante o período "antes", enquanto nas regiões de catamarãs, platô recifal e snorkeling, os maiores registros foram no período "depois". O teor de matéria orgânica variou entre 1 a 2,74%, sendo os menores registrados em AD, para ambos os períodos (Tabela 1). A precipitação acumulada, considerando 10 dias antes da coleta, foi de 8,6 mm, no período "antes", e 7,9 mm, no período "depois". Entre as campanhas amostrais, apenas o oxigênio dissolvido apresentou uma maior variação.

Tabela 1 – Parâmetros abióticos dos pontos de coleta presentes em Areia Vermelha e Areia Dourada. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada.

PONTO	SALINIDADE		TEMPERATURA (°C)		OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)		MATÉRIA ORGÂNICA (%)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
AVB	40	38	31,7	30,1	13,5	8,33	2,6	2,5
AVC	38	38	31,6	29,3	2,46	7,65	2,74	2,64
AVP	42	40	31,5	31,1	8,6	9,58	1,94	2,08
AVS	38	39	31,5	31	3,61	10,87	2,12	2,64
AD	40	38	27,8	28,9	11,30	5,78	1	1,2

O sedimento no PEMAV é constituído principalmente de areia média e areia fina, com diferenças espaciais no predomínio dessas frações. Na zona entremarés da região de catamarãs de AV e em ambas as zonas de AD e da região de banco de areia, a fração média contribuiu em mais de 60%, e a fina, em menos de 22%. A região de platô recifal e a de snorkeling apresentaram as maiores proporções de areia fina, variando de 30 a 72%. Todos os pontos apresentaram pequena proporção de areia grossa (inferior a 17%), com exceção da zona sublitoral da região de catamarãs, com cerca de 44%. Entre períodos, o padrão de granulometria foi similar. Em apenas dois pontos de AV, houve diferença na fração predominante de cada período: na zona sublitoral da região catamarãs, era areia grossa, passou a ser média; na zona sublitoral da região platô recifal, era areia média, passou a ser fina (Figura 2).

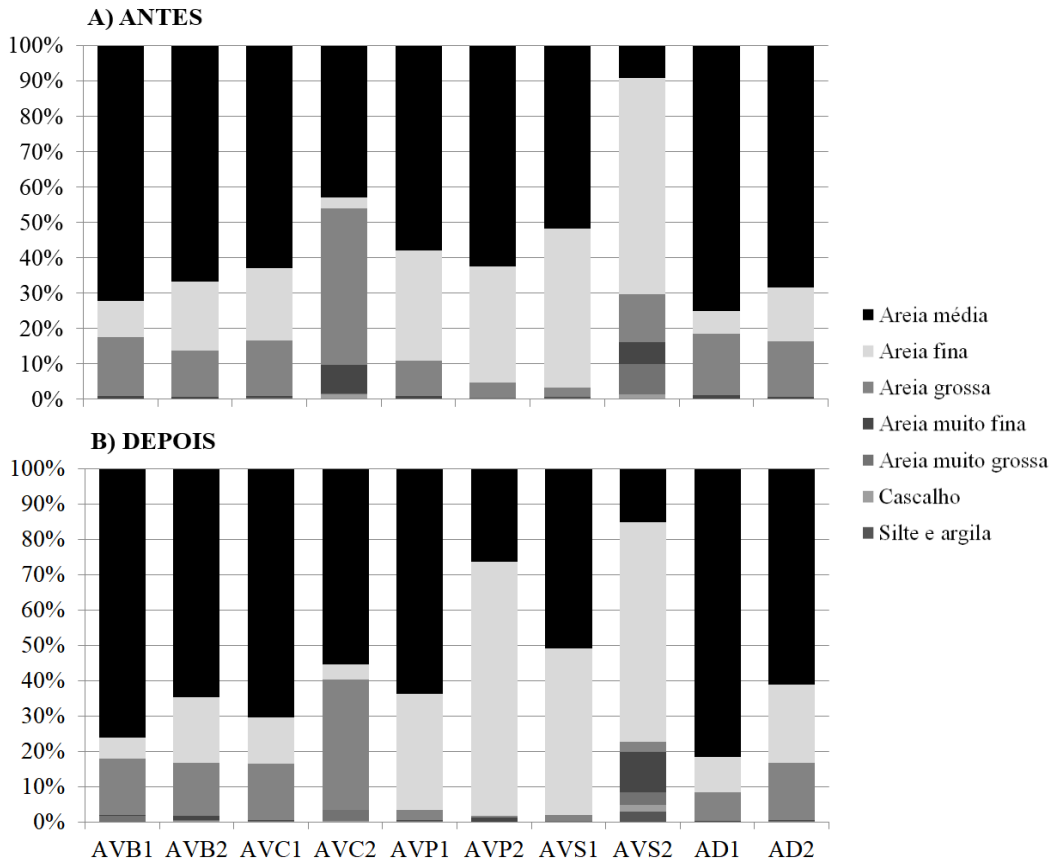

Figura 2 – Gráfico das porcentagens de cada fração granulométrica das áreas de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada antes (A) e depois (B) da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada; 1= ponto localizado na zona entremarés; 2=ponto localizado na zona sublitoral.

4.2. Macrofauna

Houve variação significativa da densidade média total da macrofauna (ANOVA; $p<0,05$) entre regiões, períodos e zonas, apenas sem interação significativa ($F=0,66$; $p=0,4$) entre período e zona (Tabela 2). Os registros mais altos ocorreram na zona entremarés de AD e na região de catamarãs de AV, enquanto os mais baixos, na entremarés da região de snorkeling e no sublitoral do platô recifal (Figura 3). As regiões tenderam a exibir as maiores densidades no sublitoral, sendo as únicas exceções observadas em AD, no período “antes”, e no platô recifal de AV, no “depois”. Foi encontrada diferença significativa (teste Tukey a posteriori) entre a zona entremarés de AD e as regiões de platô recifal e de snorkeling de AV, em ambos os períodos de estudo, e entre o banco de areia de AV, no período “antes”. Para a zona sublitoral, AD diferiu significativamente apenas das regiões de catamarãs de AV, no período “antes”, e de platô recifal, no período “depois”. De um modo geral, a densidade sofreu redução entre campanhas, sendo observada tendência contrária na zona sublitoral de AD e da região de catamarãs de AV. As únicas diferenças significativas de densidade entre

períodos ocorreram na zona entremarés de AD e na zona sublitoral da região de platô recifal, aliás, ambas exibiram as maiores variações percentuais para as duas zonas estudadas.

Tabela 2 – Resultado da análise de variância (ANOVA três fatores) considerando a densidade da macrofauna entre região (AV – banco de areia x AV – catamarãs x AV – snorkeling x AV – platô recifal x AD), período (antes x depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa.

	SS	Df	MS	F	p
Período	10,925	1	10,925	32,01	**0,000001**
Região	55,085	4	13,771	40,35	**0,000000**
Zona	11,699	1	11,699	34,28	**0,000001**
Período x região	10,209	4	2,552	7,48	**0,000135**
Período x zona	0,225	1	0,225	0,66	0,421342
Região x zona	21,263	4	5,316	15,58	**0,000000**
Período x região x zona	9,642	4	2,41	7,06	**0,000212**

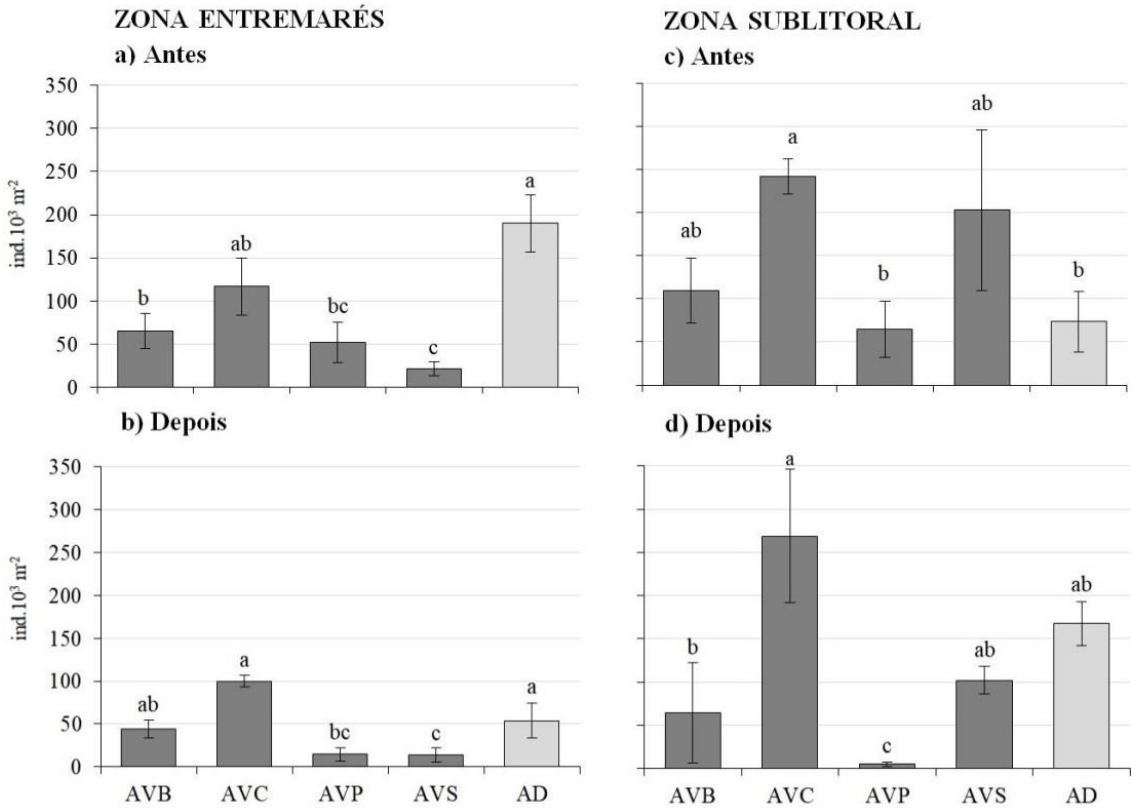

Figura 3 – Variação da densidade média (± desvios padrão) da macrofauna presente nas regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0, 05).

4.2.1. Composição taxonômica

Os moluscos foram o componente principal da macrofauna do PEMAV (Tabela 3). Entre os 106.436 indivíduos coletados durante o estudo, Gastropoda representou mais de 98% da fauna total, seguido por Bivalvia, com cerca de 1%. Entre campanhas, Bivalvia e

Gastropoda tenderam a exibir redução na densidade na zona entremarés das áreas de estudo, enquanto na sublitoral sofreram redução em AV e aumento em AD. Scaphopoda, grupo claramente escasso em ambas as áreas de estudo, teve aumento na zona sublitoral de AV, não sendo coletado nenhum espécime na zona entremarés, no período "depois". Em AD, foi coletado somente na zona entremarés, no período "antes", e na zona sublitoral, no período "depois". Quanto aos demais táxons coletados, Polychaeta exibiu aumento para ambas as zonas de AV, enquanto em AD, apenas na de entremarés. A densidade de Crustacea reduziu na zona entremarés de AV e permaneceu constante na de AD, ao passo que, na sublitoral, aumentou para ambas as regiões do PEMAV.

Tabela 3 – Densidade média (± desvios padrão) e valores máximos dos componentes da macrofauna do PEMAV. DM = densidade média, DP = desvio padrão; VM = valor máximo registrado em cada período; VP = variação percentual. Maiores valores de densidade destacados em negrito.

GRUPO	ÁREA	PERÍODO	ZONA ENTREMARÉS		ZONA SUBLITORAL	
			DM ± DP	Valor máximo	DM ± DP	Valor máximo
Bivalvia	AV	Antes	914,4 ± 690	2.388,9	1.354,2 ± 995,7	**4.111,1**
		Depois	425,9 ± 312,8	1055,6	1.277,8 ± 1.080,7	**2.611,1**
		VP	-53%		-6%	
	AD	Antes	944,4 ± 111,1	**1055,6**	463 ± 472,5	1.000
		Depois	240,7 ± 160,4	333,33	814,8 ± 231,3	**1.000**
		V. P.	-75%		+76%	
Crustacea	AV	Antes	32,4 (76,6)	222,2	50,9 ± 114,7	**388,9**
		Depois	9,3 ± 21,6	55,6	189,8± 244,4	**777,8**
		VP	-71%		+273%	
	AD	Antes	18,5 ± 32,1	55,6	18,52 ± 32,08	55,56
		Depois	18,5 ± 32,1	55,6	74,07 ± 32,08	**111,11**
		VP	-		+300%	
Gastropoda	AV	Antes	62.539,4 ± 40.576,5	140.333,3	153.148,2 ± 86.578,5	**294.555,56**
		Depois	42.682,8 ± 36.890,5	105.500	108.256,9 ± 109.619,7	**316.944,44**
		VP	-30%		-30%	
	AD	Antes	188.972,2 ± 32.694,5	**221.388,9**	72.963± 34.474	104.333,33
		Depois	53.703,7 ± 20.579,3	65.944,4	166.925,9±25.200,5	**383.611,11**
		VP	-72%		+129%	
Polychaeta	AV	Antes	41,7 ± 82,5	277,8	64,8 ± 94,3	**333,33**
		Depois	60,2 ± 68,9	166,7	148,2 ± 223,9	**722,22**
		VP	+44%		+129%	
	AD	Antes	55,6±96,2	**166,7**	37,1± 32,1	55,56
		Depois	92,6±32,1	**111,1**	18,5 ± 32,1	55,56
		VP	+67%		-50%	
Scaphopoda	AV	Antes	50,9 ± 128,6	**444,4**	32,4± 60,2	166,67
		Depois	0	-	115,7 ± 317,3	1.111,11
		VP	-		+257%	
	AD	Antes	0	-	74,07 ± 128,3	222,22
		Depois	18,5±32,1	55,56	0	-
		VP	-		-	

4.2.2. Estrutura da comunidade – Gastropoda e Bivalvia

Durante o período de estudo, foram coletados 154 morfotipos (ver Anexo 1 para uma lista completa). Desse total, 104 gastrópodes foram identificados a nível específico, pertencendo a 32 famílias, com Pyramidellidae exibindo maior riqueza (21), seguida por Caecidae (11) e Cerithiopsidae (10). A classe Bivalvia esteve representada por 9 espécies, distribuídas em 7 famílias, com Semelidae exibindo maior riqueza (3).

Gastropoda (Figura 4) exibiu a tendência geral descrita acima para a macrofauna total. Apesar da coleta inferior a 1% de conchas com organismo (Figura 5), ao se considerar a abundância relativa dos grupos coletados vivos neste trabalho, a contribuição dos gastrópodes decai para ~40%, e mesmo assim continua predominando sobre poliquetas (29%), crustáceos (25%) e bivalves (4%).

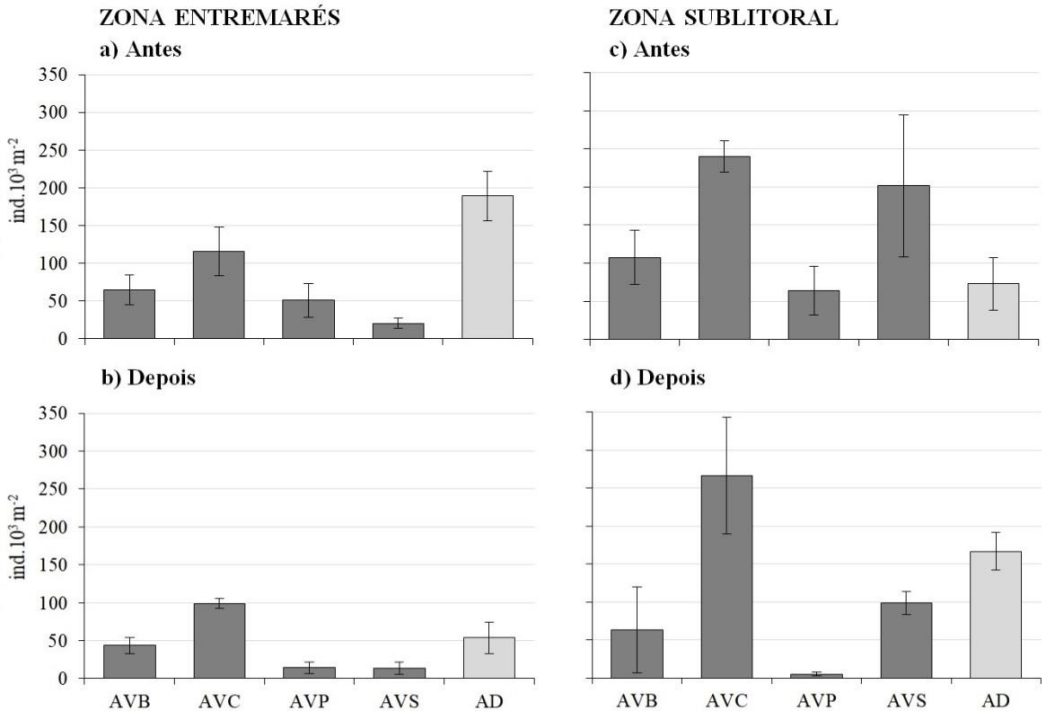

Figura 4 – Variação da densidade média (±desvios padrão) dos gastrópodes em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro).

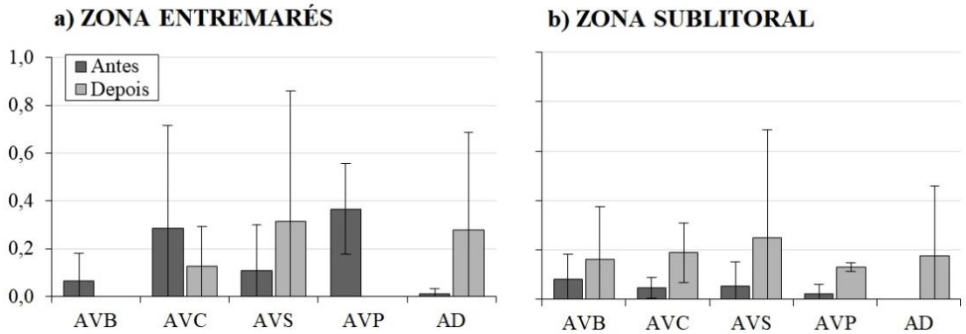

Figura 5 – Proporção média (%) entre conchas com organismos e conchas vazias de gastrópodes (±desvios padrão) em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação.

Quanto às principais tendências observadas para os bivalves, a região de catamarãs exibiu o maior registro de densidade média na zona entremarés de AV, durante o estudo. Na zona sublitoral, os valores mais altos foram registrados nas regiões de banco de areia (período "antes") e de snorkeling (período "depois"). Para ambas as zonas, a região de platô recifal exibiu o menor registro do período depois (Figura 6). Em alguns pontos as conchas com organismo chegaram a representar 5% dos bivalves coletados (Figura 7).

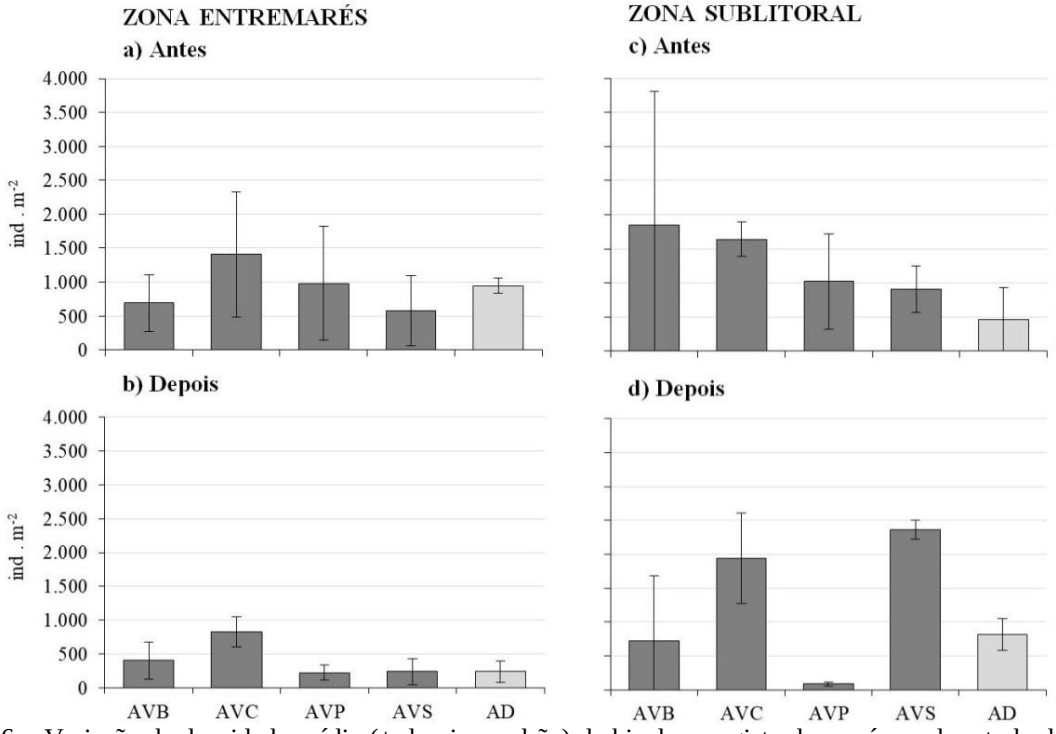

Figura 6 – Variação da densidade média (± desvios padrão) de bivalves registrada nas áreas de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro).

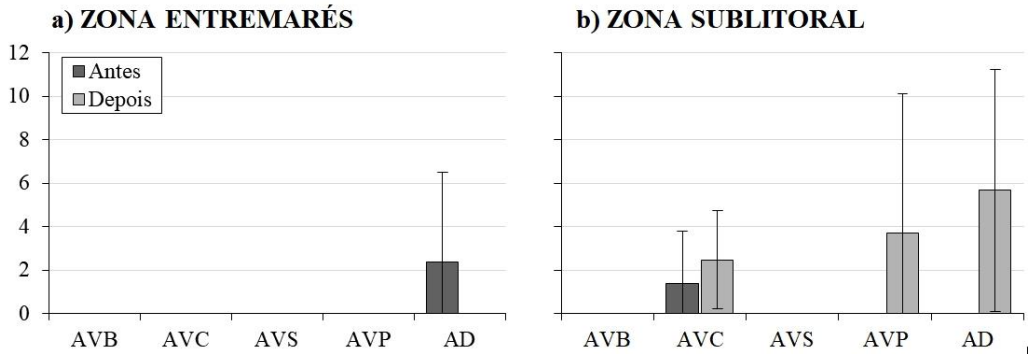

Figura 7 – Proporção média (%) entre conchas com organismos e conchas vazias de bivalves (± desvios padrão) em Areia Vermelha e Areia Dourada antes e depois da alta visitação.

Quanto aos parâmetros de diversidade, a riqueza e o J' variaram significativamente (ANOVA; $p<0,05$) para os mesmos fatores observados para densidade – apenas para J' não houve interação significativa ($F=1,3$; $p=0,3$) entre período, região e zona. Para ambos os parâmetros, os maiores valores tenderam a ser registrados na zona entremarés. Durante o período "antes", foi encontrada diferença significativa (teste Tukey a posteriori) entre as zonas entremarés de AD e das regiões de banco de areia, platô recifal e snorkeling de AV, para ambos os parâmetros. Na zona sublitoral, AD diferiu apenas da região de snorkeling quanto ao J'. No período "depois", AD diferiu significativamente da região de platô recifal, exceto para a riqueza na zona entremarés; quanto ao J', diferiu também da região de snorkeling (na zona entremarés) e de banco de areia (zona sublitoral). Entre campanhas, a maioria das regiões de AV exibiu aumento de ambos os parâmetros, sendo observadas reduções em AD para a riqueza, na zona entremarés, e do J', na sublitoral. As únicas mudanças significativas verificadas ocorreram na região de platô recifal de AV, para a riqueza (zona sublitoral) e o J' (zona entremarés), e em AD, para a riqueza (zona entremarés).

No caso de H', ocorreu diferença significativa (ANOVA; $p<0,05$) apenas para o fator região e para a interação entre período e região. Entre as regiões de AV, os maiores registros ocorreram na região de banco de areia (ambas as campanhas), enquanto os menores, na região de snorkeling (período "antes") e na de platô recifal (período "depois"). Considerando as médias de cada região por período (os valores da zona entremarés e sublitoral foram agrupados), AD diferiu no teste Tukey a posteriori apenas da região de banco de areia de AV, no período "depois".

Tabela 4 – Resultado da análise de variância (ANOVA três fatores) considerando os índices ecológicos entre região (AV – banco de areia x AV – catamarãs x AV – snorkeling x AV – platô recifal x AD), período (antes x depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa.

	Riqueza		J'		H'	
	F	p	F	p	F	p
Período	**11,555**	**0,002**	**14,738**	**0,000**	2,685	0,11
Região	**19,640**	**0,000**	**39,551**	**0,000**	**3,057**	**0,03**
Zona	**18,600**	**0,000**	**54,137**	**0,000**	3,510	0,07
Período x região	**2,763**	**0,040**	**7,865**	**0,000**	**3,473**	**0,02**
Período x zona	1,466	0,233	1,285	0,264	0,001	0,98
Região x zona	**9,404**	**0,000**	**19,543**	**0,000**	0,404	0,80
Período x região x zona	**3,483**	**0,016**	0,865	0,493	0,839	0,51

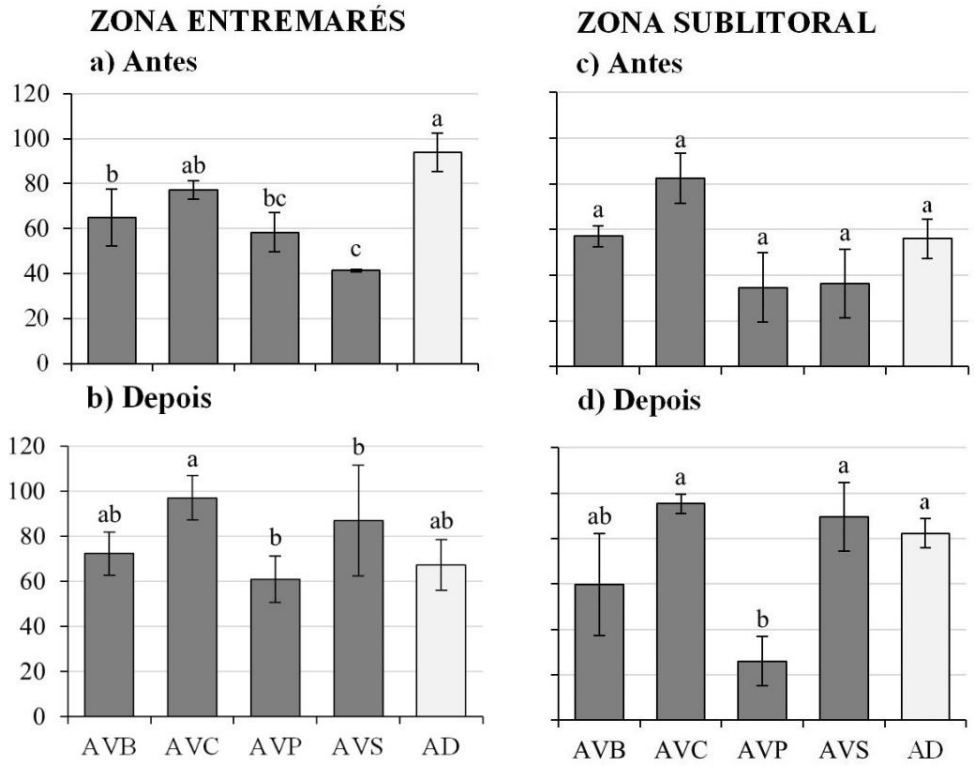

Figura 8 – Variação da riqueza média (±desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

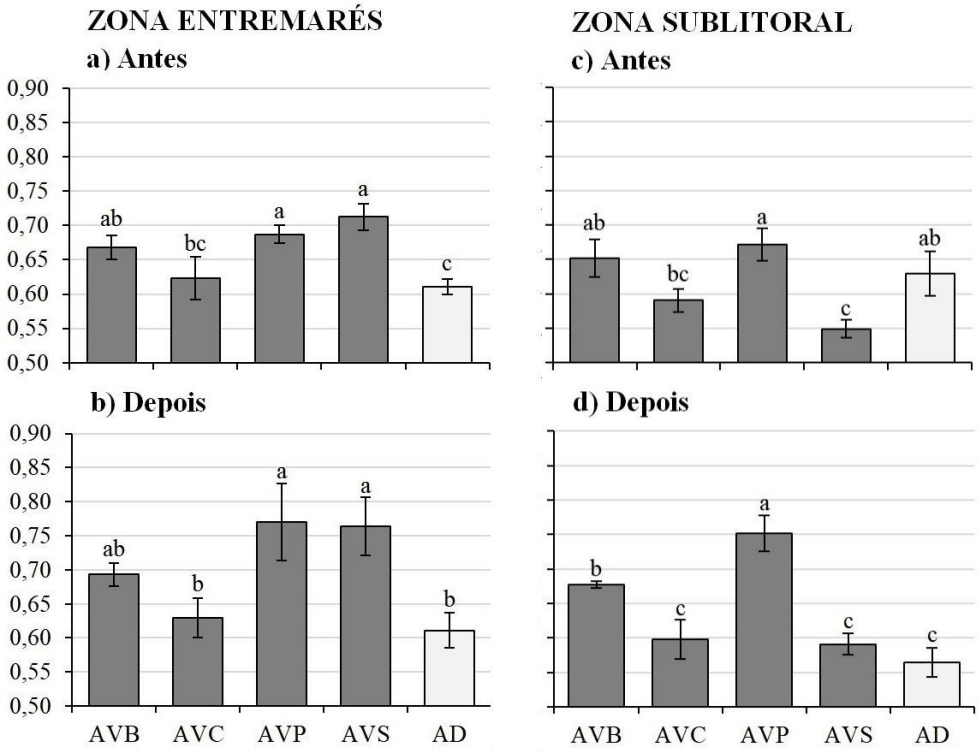

Figura 9 – Variação de J' médio (± desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

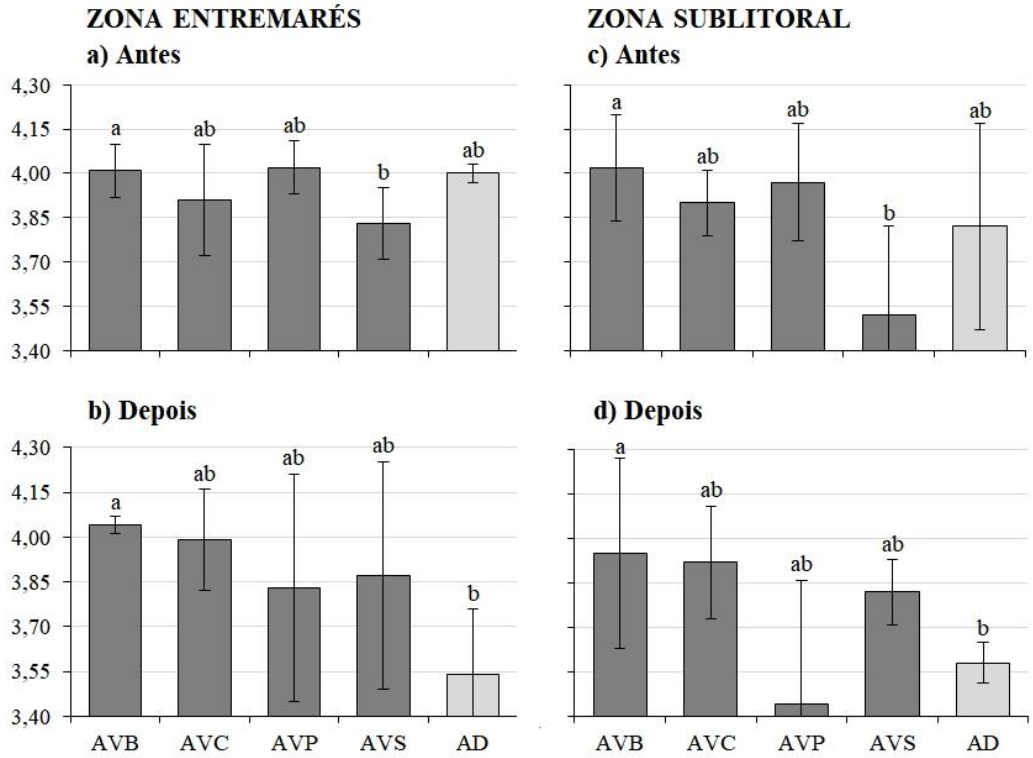

Figura 10 – Variação de H' médio (± desvios padrão) das regiões de estudo do PEMAV na zona entremarés, no período "antes" (a) e no "depois" (b), e na zona sublitoral, no período "antes" (c) e "depois" (d). AV = Areia Vermelha (barras cinza-escuro); B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada (barras cinza-claro). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Neste estudo, sete gastrópodes representaram em conjunto cerca de 80% da densidade total da macrofauna: *Eulithidium affine* (C. B. Adams, 1850), *Bittiolum varium* (Pfeiffer, 1840), *Caecum brasilicum* de Folin, 1874, *Caecum ryssotitum* de Folin, 1867, *Eulithidium bellum* (M. Smith, 1937), *Parviturboides interruptus* (C. B. Adams, 1850), *Schwartziella catesbyana* (d'Orbigny, 1842) (Figuras 11 a 13). Também se destacaram entre as mais abundantes, em algumas regiões, *Alaba incerta* (d'Orbigny, 1841), *Parvanachis obesa* (C. B. Adams, 1845), *Stosicia aberrans* (C. B. Adams, 1850).

Apesar de abundantes e frequentes em todo o PEMAV, as sete espécies de gastrópodes apresentaram alguns padrões em regiões específicas durante o período de estudo. *C. ryssotitum* foi a espécie mais abundante em AD e na região de catamarãs de AV, enquanto *E. affine,* nas regiões de platô recifal e snorkeling. Na região de banco de areia, *C. ryssotitum* exibiu o maior registro, na primeira campanha, e *E. affine,* na segunda. Estas duas espécies contribuíram em mais de 30% para a densidade total observada na zona entremarés e na sublitoral de AV. Em AD, *C. ryssotitum* contribuiu em mais de 20% para ambos os períodos na zona entremarés, seguido por *Caecum brasilicum* de Folin, 1874 (cerca de 20%, no período "antes", e 9%, no período "depois"). Além de *C. ryssotitum* e *E. affine,* apenas *C. brasilicum,*

P. interruptus e S. catesbyana alcançaram em algum ponto densidade relativa superior a 10%. *E. bellum* foi a que menos contribuiu na maioria das regiões de estudo, e *B. varium* apresentou valores intermediários entre as demais espécies.

A tendência geral entre as sete espécies foi a redução da densidade entre os dois períodos, sendo que todas as espécies sofreram a maior redução na zona sublitoral da região de platô recifal de AV. Nos poucos casos em que ocorreu aumento, os maiores foram registrados na zona sublitoral, sendo de *E. bellum*, na região de catamarãs de AV; *P. interruptus*, na região de snorkeling de AV; as demais espécies, em AD.

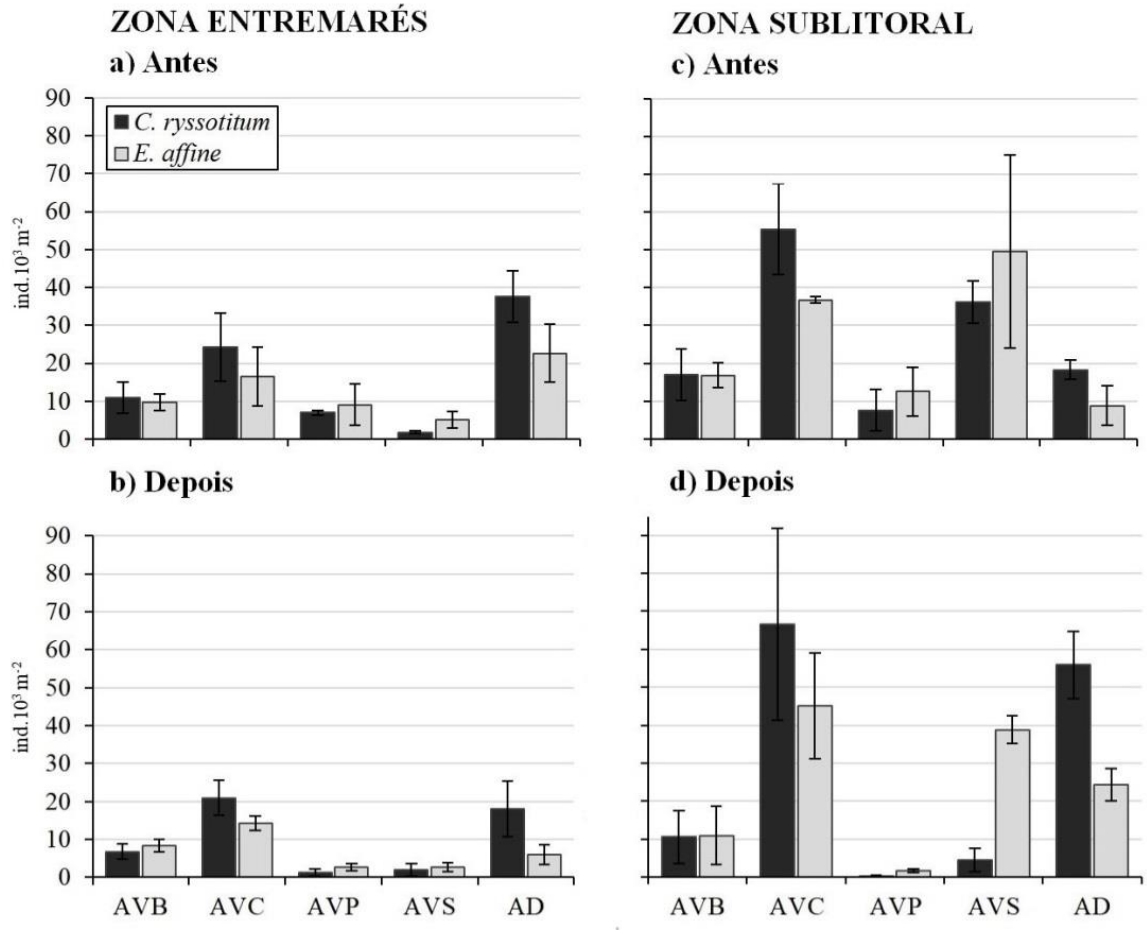

Figura 11- Variação da densidade média (± desvios padrão) de *C. ryssotitum* e *E. affine* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada.

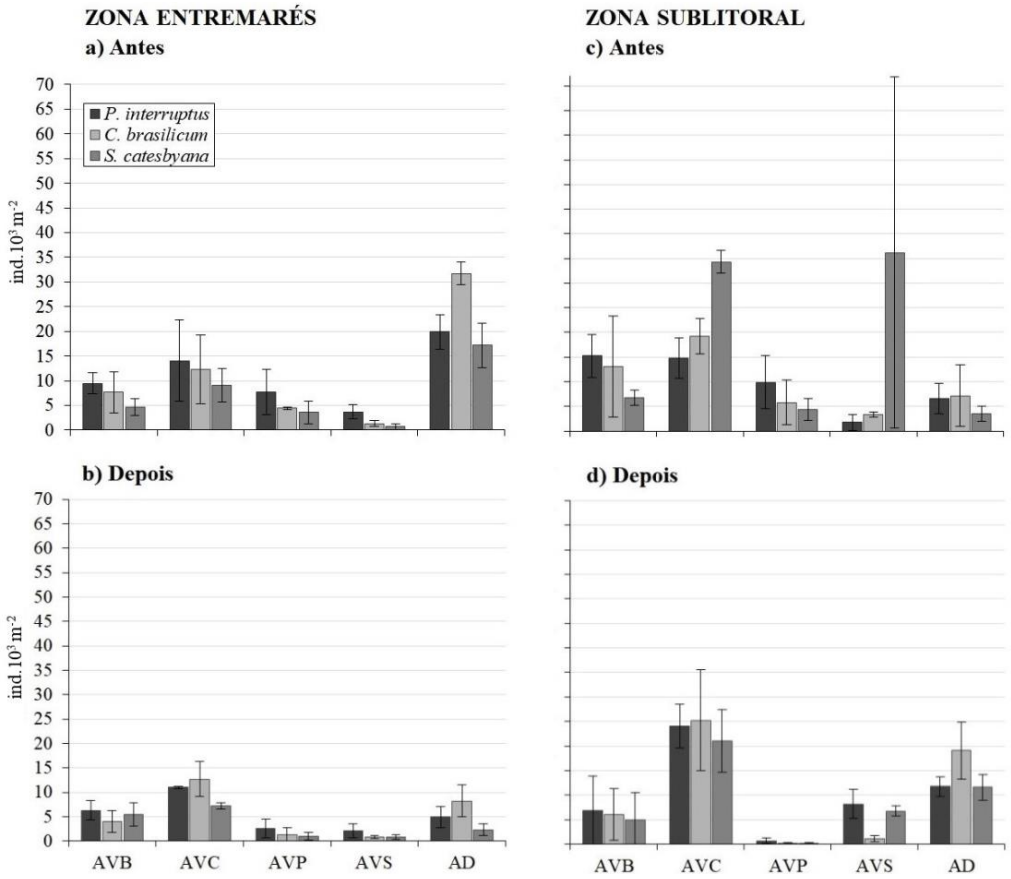

Figura 12 – Variação da densidade média (± desvios padrão) de *P. interruptus*, *C. brasilicum* e *S. catesbyana* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada.

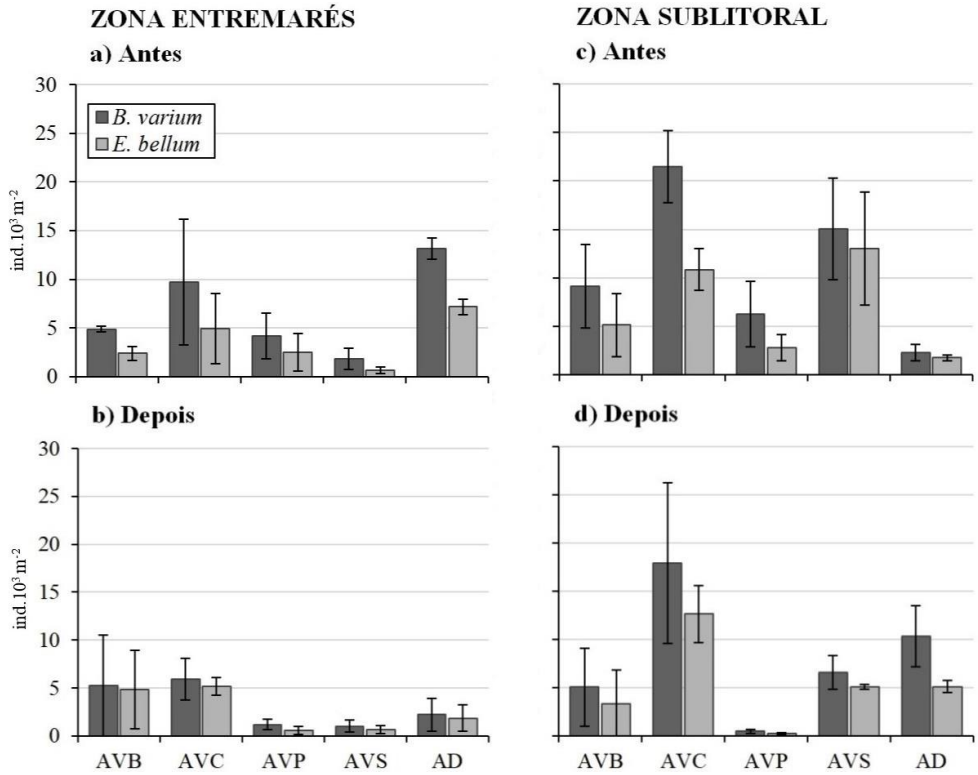

Figura 13– Variação da densidade média (± desvios padrão) de *B. varium* e *E. bellum* nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada.

Entre os bivalves, *Crassinella lunulata* (Conrad, 1834) e *Warrana besnardi* (Klappenbach, 1963) dominaram e contribuíram em conjunto para cerca de 90% da densidade total deste grupo. Em AV, na região entremarés das regiões de banco de areia e snorkeling, essas espécies foram os únicos bivalves coletados, e na região sublitoral da região de platô recifal, apenas *C. lunulata* foi coletada. De um modo geral, *W. besnardi* exibiu maior contribuição para a zona entremarés que *C. lunulata*, sendo observada tendência contrária na zona sublitoral. No caso de AD, *W. besnardi* apresentou maior densidade relativa que *C. lunulata* apenas no período "antes" da zona entremarés (Figura 14).

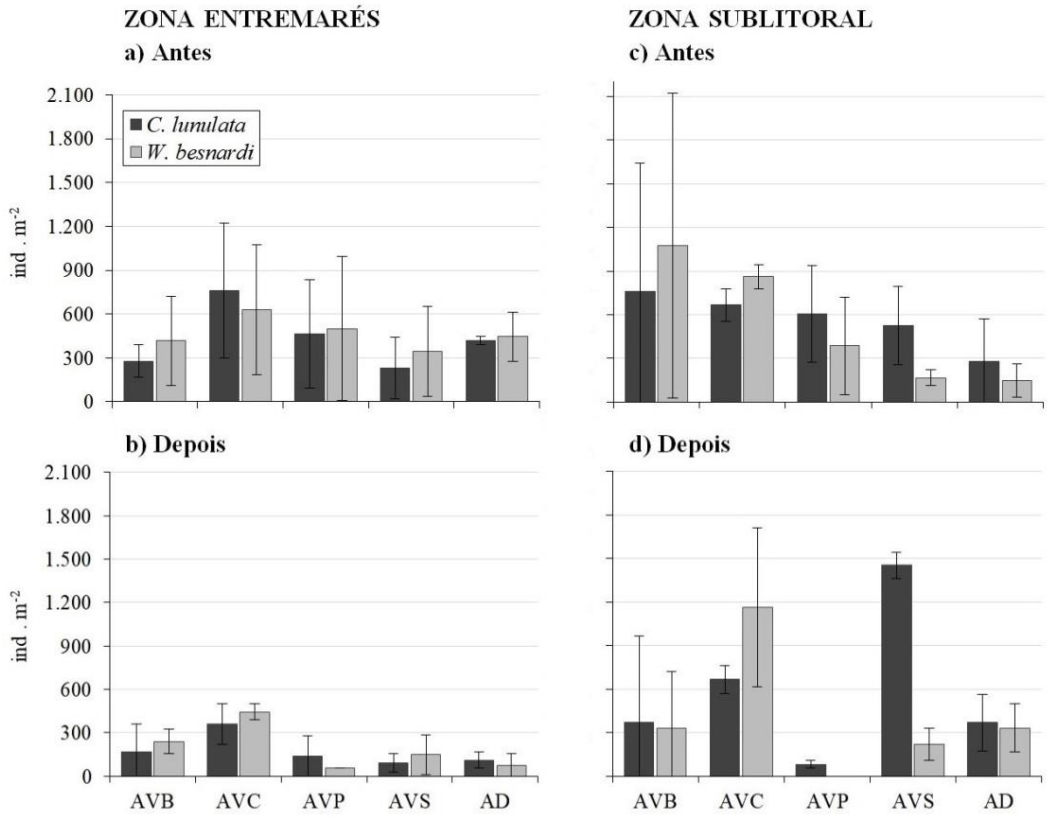

Figura 14 – Variação da densidade média (± desvios padrão) de *C. lunulata* e *W. besnardi*, nas regiões de estudo de Areia Vermelha e Areia Dourada depois da alta visitação. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada.

A estrutura da comunidade de gastrópodes e bivalves variou entre todos os fatores testados (PERMANOVA, $p<0,05$) (Tabela 5). Em análise, considerando cada grupo individualmente, para os gastrópodes foi obtido mesmo resultado; para os bivalves só não foi observada interação significativa entre os fatores período e zona ($p>0,05$). No teste a posteriori, foram observadas diferenças significativas entre os períodos para a zona entremarés de AD e para a zona sublitoral das regiões de snorkeling e de platô recifal (Tabela 6). Na região de snorkeling, as zonas entremarés e sublitoral se mostraram significativamente

diferentes em ambos os períodos; na região de catamarãs, foram encontradas diferenças significativas entre zonas no período "depois" (Tabela 7).

Tabela 5 – Resultado da análise de variância (PERMANOVA três fatores) considerando a densidade das espécies de gastrópodes e bivalves entre região (Areia Vermelha – banco de areia x Areia Vermelha – catamarãs x Areia Vermelha – snorkeling x Areia Vermelha – platô recifal x Areia Dourada), período (antes x Depois) e zona (entremarés x sublitoral). Valores em negrito indicam diferença significativa.

	Df	**SS**	**MS**	**Pseudo-F**	**P(perm)**	**Unique perms**	**P(MC)**
Período	1	2917	2917	77,569	**0,001**	998	**0,001**
Região	4	12145	3036,2	80,738	**0,001**	998	**0,001**
Zona	1	2866,5	2866,5	76,227	**0,001**	996	**0,001**
Período x região	4	4287,2	1071,8	28,501	**0,001**	999	**0,001**
Período x zona	1	769,88	769,88	20,473	**0,014**	999	**0,021**
Região x zona	4	5931,4	1482,9	39,432	**0,001**	996	**0,001**
Período x região x zona	4	3536,2	884,06	23,509	**0,001**	998	**0,001**

Tabela 6 – Comparação entre os períodos de cada zona das regiões de estudo do PEMAV (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa.

		Entremarés			Sublitoral		
Grupo	Região	t	P(perm)	P(MC)	t	P(perm)	P(MC)
Antes, Depois	Banco	1,5055	0,08	0,107	1,2003	0,266	0,272
	Catamarãs	1,3861	0,104	0,175	1,4775	0,102	0,115
	Paltô recifal	1,6432	0,103	0,092	2,6052	0,09	**0,018**
	Snorkeling	0,9512	0,67	0,473	2,039	0,118	**0,04**
	Dourada	2,3837	0,105	**0,032**	1,4114	0,106	0,165

Tabela 7 – Comparação entre as zonas de cada região de estudo do PEMAV em cada período (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa.

Grupo	Região	Período	t	P(perm)	P(MC)
Entremarés, sublitoral	Banco de areia	Antes	1,2265	0,117	0,268
		Depois	0,95194	0,504	0,453
	Catamarãs	Antes	1,795	0,098	0,068
		Depois	2,3854	0,089	**0,022**
	Paltô recifal	Antes	0,67248	1	0,772
		Depois	1,6067	0,096	0,096
	Snorkeling	Antes	2,7326	0,105	**0,018**
		Depois	2,7948	0,1	**0,016**
	AD	Antes	1,7191	0,115	0,086
		Depois	1,7312	0,099	0,07

Considerando cada zona, ao se compararem as regiões de estudo, a maioria das diferenças significativas encontradas, durante o período "depois", ocorreu na zona sublitoral, sendo observadas, principalmente, entre as regiões de platô recifal e de snorkeling e as demais regiões. Também foi observado que AD não diferiu das regiões de banco de areia e de catamarãs de AV – exceto no período "antes", a região de banco de areia diferiu significativamente de AD, na zona entremarés (Tabela 8).

Tabela 8 – Comparação entre as regiões de estudo do PEMAV em cada zona, durante os períodos "antes" e "depois" (PERMANOVA, teste a posteriori). Valores em negrito indicam diferença significativa.

		Entremarés			Sublitoral		
Grupos	Período	t	P(perm)	P(MC)	t	P(perm)	P(MC)
Banco de areia, Catamarãs	Antes	1,4936	0,09	0,121	2,1094	0,115	**0,036**
	Depois	1,9948	0,103	**0,033**	1,7774	0,091	0,098
Banco de areia, Platô recifal	Antes	1,0338	0,501	0,396	1,0943	0,391	0,34
	Depois	1,7349	0,087	0,069	2,3086	0,108	**0,013**
Banco de areia, Snorkeling	Antes	1,8888	0,11	**0,037**	2,113	0,091	**0,022**
	Depois	1,6288	0,109	0,112	1,8933	0,123	0,08
Banco de areia, AD	Antes	2,866	0,101	**0,011**	1,0641	0,389	0,381
	Depois	1,032	0,395	0,4	1,3916	0,397	0,182
Catamarãs, Platô recifal	Antes	1,3974	0,093	0,149	2,3385	0,094	**0,027**
	Depois	2,4384	0,106	**0,03**	3,8817	0,091	**0,004**
Catamarãs, Snorkeling	Antes	2,3271	0,113	**0,013**	2,1491	0,109	**0,037**
	Depois	2,3958	0,089	**0,03**	3,203	0,099	**0,003**
Catamarãs, AD	Antes	1,4973	0,108	0,131	1,8969	0,113	0,057
	Depois	1,5784	0,105	0,122	1,6638	0,091	0,082
Platô recifal, Snorkeling	Antes	1,3817	0,097	0,154	2,1358	0,092	**0,026**
	Depois	0,74854	1	0,671	3,5751	0,098	**0,009**
Platô recifal, AD	Antes	2,2455	0,099	**0,032**	0,91439	0,799	0,525
	Depois	1,5189	0,107	0,104	3,5003	0,091	**0,006**
Snorkeling, AD	Antes	3,3288	0,092	**0,005**	1,9077	0,075	0,055
	Depois	1,3692	0,209	0,173	2,7011	0,083	**0,017**

Tais diferenças estatísticas foram evidenciadas na análise de agrupamento hierárquico (Figura 15). Durante todo o período de estudo, a composição de espécies de gastrópodes e bivalves foi marcadamente similar entre AD e as regiões de banco de areia e de catamarãs de AV. Esses pontos, junto a região de platô recifal de AV (período "antes"), formaram o principal grupo observado no dendograma (Grupo 2, com 70% dos pontos amostrados). Considerando um nível de corte de 75% de similaridade, outros dois grandes grupos foram formados pela: (1) zona sublitoral da região de snorkeling de AV (ambos os períodos); (3)

zona entremarés da região de snorkeling de AV (ambos os períodos), e zona entremarés da região de platô recifal de AV (período "depois").

O ponto situado na zona sublitoral da região de platô recifal, no período "depois", não foi incluso em nenhum grupo. Exibiu a maior dissimilaridade entre períodos (superior a 55%), sobretudo em razão da menor densidade observada na segunda campanha, o que acarretou uma menor contribuição de *C. ryssotitum*, *P. interruptus, C. brasilicum* e *S. catesbyana.* Diante da alta redução observada para a riqueza, algumas espécies foram coletadas apenas na primeira campanha, tais como Gastropoda sp. 26, *Cyclostremiscus schrammi* (Fisher, 1857), *Turbonilla abrupta* Bush, 1899, *Odostomia dyma* van Aartsen & Corgan, 1996, *Ividia havanensis* (Pilsbry & Aguayo, 1933) e *W. besnardi*. Para os outros casos em que houve diferença siginificativa entre campanhas, a dissimilaridade foi mais baixa, correspondendo a cerca de 25% para a região de snorkeling (zona sublitoral) assim como para AD (zona entremarés).

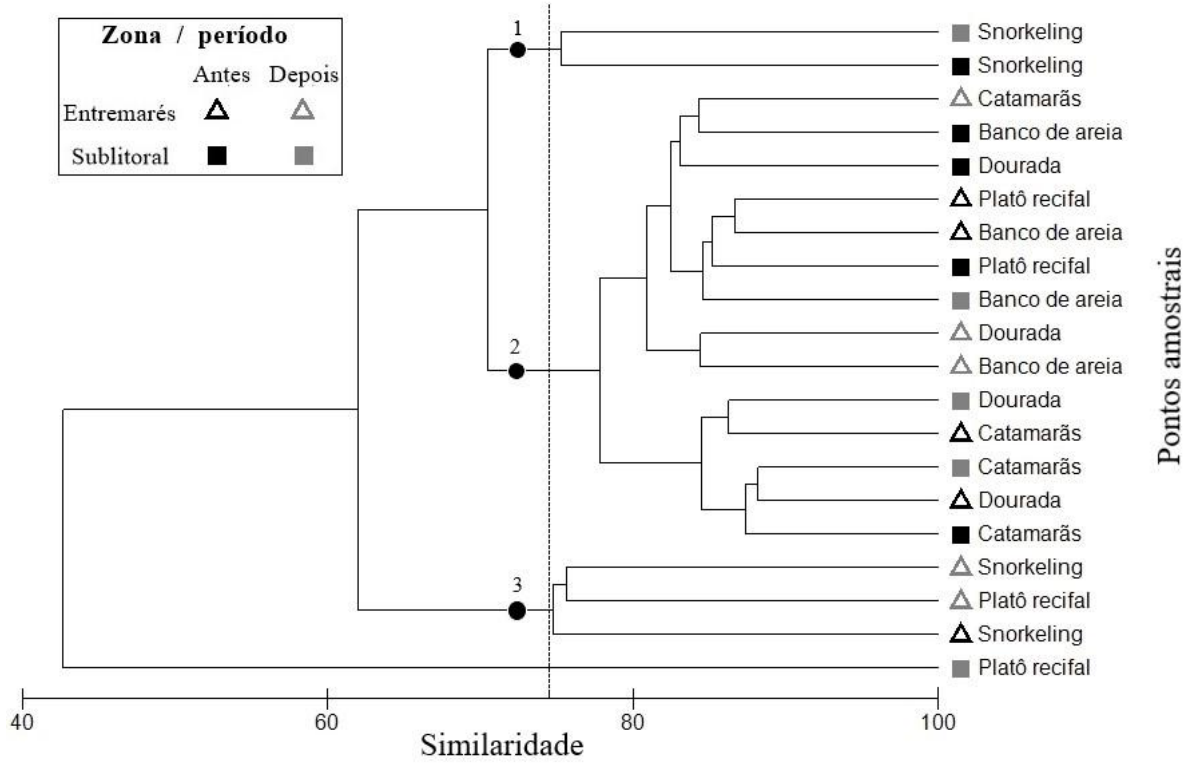

Figura 15 – Dendograma gerado a partir da similaridade de Bray Curtis, mostrando o agrupamento das regiões de estudo do PEMAV. AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD = Areia Dourada; 1= ponto localizado em região exposta durante a maré baixa, inferior a 0.5 m; 2=ponto localizado em região que permanece submersa durante a maré baixa.

As sete espécies de gastrópodes mais abundantes foram as que mais contribuíram para a similaridade de cada grupo (Tabela 9). Para os grupos 1 e 2, representaram em conjunto cerca de 20%, sendo que para o primeiro *C. ryssotitum*, seguido por *B. varium* e *S. catesbyana*, foram as espécies que mais contribuíram, enquanto para o segundo *C. ryssotitum*, seguido por *E. affine* e *P. interruptus.* Para o grupo 3, representaram cerca de 30%, sendo *P. interruptus*, seguido por *E. affine* e *C. ryssotitum*, as de maiores contribuições.

Tabela 9 – Resultado da análise SIMPER indicando a contribuição (%) acumulada e por espécie dos gastrópodes mais abundantes para a formação dos grupos da análise de agrupamento hierárquico.

Espécie/contribuição (%)	**Grupo 1**	**Grupo 2**	**Grupo 3**
B. varium	2,8	2,8	4,1
C. brasilicum	2,5	3,1	4
C. ryssotitum	4,4	3,5	4,4
E. affine	2,6	3,4	5,1
E. bellum	2,6	2,5	3,5
P. interruptus	2	3,2	4,9
S. catesbyana	2,8	2,8	3,7
Contribuição acumulada (%)	19,7	21,3	29,5

A análise de BIOENV (Tabela 10) apontou que, entre os parâmetros ambientais, a composição granulométrica exibiu todas as melhores combinações que explicam a estrutura da comunidade de gastrópodes e bivalves. Os melhores subconjuntos de variáveis ambientais apontados foram as frações de areia grossa e areia média, e areia grossa, areia média e silte/argila.

Tabela 10 – Resultado da análise BIO-ENV com as combinações das variáveis ambientais que melhor explicam a matriz de similaridade da comunidade de Gastropoda e Bivalvia

Número de variáveis	**Correlação**	**Combinações**
2	0,742	Areia grossa; Areia média
3	0,717	Areia grossa; Areia média; Silte/argila
3	0,703	Areia grossa; Areia média; Areia muito fina
2	0,701	Areia grossa; Areia muito fina
4	0,696	Areia grossa; Areia média; Areia muito fina; Silte/argila
3	0,686	Areia grossa; Areia muito fina; Silte/argila
3	0,667	Areia grossa; Areia média; Areia fina
2	0,662	Areia grossa; Silte/argila
4	0,651	Areia grossa; Areia média; Areia fina; Silte/argila
3	0,648	Cascalho; Areia grossa; Areia média

5. DISCUSSÃO

5. 1. Caracterização da comunidade

A macrofauna do PEMAV é claramente rica e diversa, comparado a outros estudos em ambientes arenosos tropicais (DEXTER, 1979; BOER; PRINS, 2002; JOYDAS; DAMODARAN, 2009). O tipo de habitat bêntico exerce importante papel como preditor de muitos padrões gerais da comunidade (PAIVA *et al*., 2005; CHECON *et al*., 2018). Sedimentos com partículas de tamanho médio, como observado no PEMAV, são reconhecidos por abrigarem comunidades infaunais de macrobentos com uma maior diversidade (JAYARAJ *et al.*, 2008).

No geral, os principais representantes da macrofauna são poliquetas, crustáceos e moluscos, cuja dominância tende a variar conforme as condições abióticas do ambiente (PAIVA *et al*., 2005). De forma similar ao PEMAV, os moluscos foram registrados como grupo de maior riqueza e abundância de outras associações bênticas de águas rasas presentes em regiões compostas por sedimentos intermediários e sob condições de moderado hidrodinamismo (MCLACHLAN, 1977; MCLACHLAN; ERASMUS, 1983; GONÇALVES; LANA, 1991; PAIVA *et al*., 2005; CARDOSO *et al*., 2012).

A composição do sedimento do PEMAV, com grãos oscilando entre médios a finos, indica um fundo de energia moderado do ecossistema. A estrutura granulométrica reflete condições predominantes, sendo geralmente encontrados grãos mais finos em áreas calmas e protegidas, enquanto frações mais grosseiras são encontradas em locais que sofrem ação de ondas e correntes mais fortes (MCLACHLAN; ERASMUS, 1983; CASTRO; HUBER, 2012). As diferenças entre tamanhos de grãos podem evidenciar diferenças de energia entre as regiões de platô recifal e de snorkeling, onde as maiores proporções de frações finas podem ser explicadas pela proximidade com os recifes. Isso amenizaria a ação das ondas e correntes, favorecendo a deposição desse tamanho de grão.

Outro aspecto que pode desempenhar papel relevante na estruturação de moluscos em substratos inconsolidados é a presença de componentes adicionais de fundos, fragmentos rochosos e estruturas físicas e biogênicas (DENADAI *et al.*, 2005). Neste sentido, inclusive, os moluscos alcançaram seus maiores valores de densidade nas regiões do PEMAV onde fragmentos grosseiros alcançaram suas maiores contribuições (por exemplo, na região de catamarãs de AV).

As espécies de gastrópodes mais abundantes do PEMAV se destacam em várias comunidades da faixa entremarés de praias expostas (AMARAL; NALLIN, 2011) e costões rochosos (VERAS *et al.*, 2013). Geralmente tendem a dominar em diferentes comunidades

fitais (ALMEIDA, 2007; VERAS, 2011; LONGO *et al.*, 2019), sendo, inclusive, encontradas associadas a muitas algas presentes no PEMAV – tais como a rodófita *Hypnea musciformis*, as feofíceas *Sargassum* spp. e *Padina* spp., as clorófitas *Caulerpa racemosa* e *Halimeda opuntia* (DIAS *et al*., 2001; SILVA, 2013; COSTA, 2016).

Quanto aos hábitos alimentares, a comunidade de gastrópodes deste estudo é dominada por espécies herbívoras e/ou detritívoras, sendo apontadas como importante fonte de recurso alimentar as diatomáceas epífitas e algas filamentosas (biofilme) estabelecidas sobre o fital (ALVES; ARAÚJO, 1999; ALMEIDA, 2007; AMSLER *et al*., 2015). Os aumentos na formação desse biofilme, que naturalmente ocorre em temperaturas mais quentes (VILLANUEVA *et al.*, 2010), beneficiam os micro-herbívoros, servindo, inclusive, para explicar padrões de ocorrência dos gastrópodes (LONGO *et al*., 2019).

Neste contexto, as espécies representativas dos gastrópodes do PEMAV têm se revelado como característicos de locais impactados, onde em certo grau o estresse pode beneficiar o aumento de suas densidades. Entre os relatos na literatura, está a presença significativa de *E. affine* em regiões com maior concentração de nutrientes e certo grau de eutrofização (MARCUS; MARCUS, 1960; BARROS *et al*., 2005). Também já foi observada uma dominância incomum de *B. varium* em áreas sujeitas à poluição, nas quais o enriquecimento orgânico favoreceu o crescimento de biofilme nas algas, permitindo que esse gastrópode oportunista atingisse altos picos populacionais (LONGO, 2016).

5. 2. Variação espaço-temporal da comunidade

Para se compreenderem os padrões de distribuição espacial e temporal da fauna bêntica, é indispensável considerar a influência de variados fatores inter-relacionados, que combinados potencializam os efeitos sobre a comunidade (SNELGROVE, 1999; RODIL; LASTRA, 2004). Entre as variáveis abióticas mensuradas neste estudo, a composição granulométrica representou o principal elemento estruturante da comunidade. Esse resultado é corroborado por outros trabalhos desenvolvidos com a meio e macrofauna de substratos inconsolidados (NICOLAIDOU *et al*., 1989; AGARD *et al.*, 1993; MCLACHLAN, 1996; CHOU, 2004; ABSALÃO *et al.*, 2006; TILBERT *et al*., 2019).

O habitat sedimentar disponibiliza condições direcionadoras para o estabelecimento e a composição de qualquer comunidade (PAIVA *et al*., 2005; CHECON *et al*., 2018). Seu importante papel ecológico/biológico pode ser exemplificado através de sua interferência na respiração e alimentação dos moluscos (ABSALÃO *et al.*, 2006; ROSSI *et al.*, 2007). Espécies com sifões curtos ou ausentes, como algumas encontradas neste estudo (*W. besnardi*

e *C. ryssotitum)*, dependem de um sedimento com alta porosidade e permeabilidade de oxigênio (ABSALÃO *et al.*, 1999; NEVES *et al.*, 2013).

O tamanho do grão também é um determinante crítico dos grupos dominantes e mais representativos de área sujeitas ao estresse antropogênico, podendo amenizar ou ampliar os efeitos dos distúrbios físicos naturais e/ou antrópicos (WIDDICOMBE; AUSTEN, 2001; CHECON *et al*., 2018; MUÑOZ-LECHUGA *et al.*, 2018). Apesar de os efeitos de qualquer perturbação resultarem de uma interação complexa de variáveis, é possível usar o tamanho dos grãos para predizer algumas respostas biológicas (MAXON *et al.*, 1997). Por exemplo, em locais sujeitos a distúrbios físicos provocados pela pesca de arrasto, foram observadas maiores mudanças nas associações macrofaunais presentes em sedimentos finos (ORTEGA *et al.*, 2018). De forma similar, em áreas poluídas por resíduos industriais, os sedimentos compostos por frações mais grosseiras apresentaram maior abundância, ao serem comparados aos finos (NICOLAIDOU *et al.*, 1989).

Diante disso, a variação espacial da proporção das frações granulométricas no PEMAV explica em certo grau as diferenças observadas entre as regiões. Em consonância com tendências de outros estudos, as maiores densidades foram registradas na região de catamarãs, detentora das maiores proporções de areia grossa e média. Ademais, exibiu as menores variações percentuais entre períodos, embora seja uma região com intensa concentração e fluxo de turistas. Em contrapartida, as regiões de platô recifal e snorkeling, onde foram encontradas maiores proporções de areia fina, geralmente exibiram os menores registros de densidade, além de serem as únicas regiões de AV onde foram verificadas mudanças significativas entre períodos.

Outros fatores abióticos analisadas neste estudo em específico demonstraram exercer baixa influência, frente às análises desenvolvidas e às pequenas flutuações observadas entre períodos. Conforme relatado na literatura, também houve pequena variação das médias mensais das condições hidrológicas (temperatura, turbidez e clorofila-a) da área nas últimas décadas (LEITE, 2019), inclusive durante o período de coleta de estudo no PEMAV, entre dezembro de 2017 a fevereiro de 2018.

Além disso, é válido ressaltar que a associação entre variáveis naturais e antrópicas gera efeitos sinérgicos que podem ser ou não fonte de variação e mudanças para os organismos presentes nas zonas entremarés (KOTTA *et al.*, 2016). Em geral, as comunidades de fundos macios são caracterizadas por populações de espécies com graus variados de tolerância e resistência às mudanças naturais na composição sedimentar e aos processos de revolvimento, compactação e estabilidade do sedimento (NEWELL *et al.*, 1998; MILLER *et al.*, 2002).

Mesmo quando sujeitas a perturbações imprevisíveis, como tempestades, muitas apresentam flexibilidade comportamental, sendo alguns exemplos de estratégias a escavação rápida e migrações verticais para camadas mais profundas (ZÜHLKE; REISE, 1994; BLANKENSTEYN, 2006; SCHLACHER; THOMPSON, 2012). Assim, espera-se que a comunidade do PEMAV seja composta por organismos capazes de reagir e lidar com distúrbios físicos.

Também são consistentes com a hipótese de perturbação intermediária (RICKLEFS; RELYEA, 2016) os valores relativamente maiores dos parâmetros de diversidade (riqueza, J', H') observados na região entremarés. Em fundos macios, até certo nível e frequência, as perturbações podem favorecer o aumento da diversidade, pois atenuam os efeitos da exclusão competitiva entre as espécies (BOER; PINS, 2002; SOARES-GOMES; PIRES-VANIN, 2005). No PEMAV, os bancos de areia ficam expostos apenas a partir de certo nível de maré baixa e, ainda assim, temporariamente. Nesse contexto, é possível que os efeitos dessa exposição gerem perturbações de caráter menos limitante para diversidade, comparado a uma região que fica permanentemente exposta, onde é necessário maior adaptação dos organismos. Por outro lado, cada região de estudo geralmente apresentou densidades muito maiores em sua zona sublitoral. A maior estabilidade das condições ambientais nessas áreas pode ser apontada como fator favorável para o estabelecimento de um maior número de indivíduos (VERAS *et al.*, 2013).

Outros aspectos estruturantes da comunidade do PEMAV relacionam-se à sua antiga exploração pelo turismo (QUERINO, 2011). Durante muitos anos, Areia Vermelha foi submetida ao desenvolvimento de atividades recreacionais desordenadas e impactantes. A partir das novas regras estabelecidas pela TAC em 2016, o turismo no PEMAV passou por certas adequações, apesar de ainda continuar sendo realizado sem o controle e ordenamento ideal. Entre as atividades que eram realizadas no PEMAV, a fixação temporária de mesas, cadeiras e guarda-sóis, além do comércio de comidas e bebidas, desencadeava inúmeros problemas devido ao descarte de restos de comida que atraíam peixes, além da poluição por resíduos sólidos. A movimentação e ancoragem de embarcações, antes de ser definida uma limitação mínima de aproximação de barcos motorizados para os bancos de areia, também causavam inúmeros outros impactos (SILVA, 2014; COSTA, 2016).

Posto isto, a ausência de alterações significativas em algumas regiões do PEMAV está em conformidade com outros trabalhos desenvolvidos em ambientes modificados pela ação antropogênica. Não foram observados efeitos na comunidade, por ser composta por espécies capazes de suportar tais condições estressantes (JARAMILLO *et al*, 1996;

BLANKENSTEYN, 2006). É esperado que a intervenção humana reduza a equitabilidade das comunidades marinhas devido ao aumento de espécies oportunistas que são capazes de aumentar sua abundância e passarem a dominar na comunidade (BOER; PINS, 2002; TERLIZZI *et al*., 2005; HILLEBRAND *et al*., 2008).

Inclusive, estudos voltados para o aumento da sedimentação oriundo de perturbações físicas, como o pisoteio, apontaram o potencial da ocorrência de uma resposta positiva, favorecendo espécies tolerantes a diferentes condições ambientais (BROWN; TAYLOR, 1999), e mais flexíveis quanto ao uso de habitat (MINCHINTON; FELS, 2013). Esse padrão é sustentado pelas espécies dominantes do PEMAV, visto que são capazes de resistir e viver em diferentes ambientes, sobretudo, aos sujeitos a regimes variáveis de sedimentos de áreas presentes nas regiões entremarés.

Por outro lado, o aumento da carga de sedimento pode exercer influência negativa sobre organismos suspensívoros e filtradores, que detêm certa faixa de tolerância à turbidez, ligada a suas adaptações anatômicas e compensações fisiológicas. Com isso, o revolvimento pode afetá-los, seja pelo soterramento, ou devido ao aumento de material particulado em suspensão, provocando entupimento de brânquias ou outras estruturas filtradoras (LEVINTON, 1972; WARD; MACDONALD, 1996; CHOU, 2004; ROSSI *et al.*, 2007; MINCHINTON; FELS, 2013).

Neste sentido, a associação entre os distúrbios fisicos naturais e antrópicos do PEMAV pode causar revolvimento do sedimento em um nível limitante para os bivalves, o que em parte explicaria tanto as baixas densidades e riqueza observadas, como as reduções sofridas entre períodos. Ainda, nas áreas mais suscetíveis ao impacto ambiental (PINN; RODGERS, 2005), como as regiões de platô recifal e snorkeling, o pisoteio intensivo durante a alta visitação do PEMAV pode ter afetado mais os organismos, gerando, assim, algumas diferenças significativas.

Por fim, é valido ressaltar que, entre as regiões do PEMAV, AD exibiu as maiores diferenças entre suas zonas de estudo. Na entremarés ocorreram grandes reduções entre os períodos para todos os parâmetros avaliados, sendo encontradas, inclusive, diferenças significativas para alguns parâmetros avaliados. Já na zona sublitoral, houve um grande aumento da densidade das espécies mais abundantes de gastrópodes, sobretudo, de *C. ryssotitum*, que acarretou a única ocorrência de redução de J' observada neste estudo. Na literatura é apontada a relação entre diferenças hidrodinâmicas e a disponibilidade de recursos alimentares com os padrões de abundância de *C. ryssotitum* e de outras espécies com hábitos alimentares similares (LONGO, 2016). Esta pode ser uma das principais causas das diferenças

entre as zonas de AD. Impactos indiretos (como os exemplificados no próximo tópico) também podem estar afetando a fauna, portanto deverão ser considerados em estudos futuros para um maior esclarecimento do estresse a que as comunidades de AD e AV são expostas.

5. 3. Predomínio de conchas vazias

Este estudo indicou uma alta representatividade de conchas sem organismos em todo o PEMAV. De um modo geral, a baixa concordância entre organismos vivos e mortos pode ser provocada por condições variáveis, de origem natural e/ou antrópica (KIDWELL; ROTHFUS, 2010; MARTINELLI *et al*., 2016; GALLMETZER *et al*., 2017). Entre as fontes de desacordo, estão processos biológicos, geológicos, físicos e químicos (KIDWELL; TOMAŠOVÝCH, 2013; SMITH; DIETL, 2015), além da heterogeneidade espacial e de habitat, a natureza do ambiente e o nível de impacto humano (KIDWELL, 2007; WEBER; ZUSCHIN, 2013; MARTINELLI *et al*., 2016).

Independente do cenário responsável pela incompatibilidade, tais comunidades são embasadas em um mesmo conjunto de espécies locais e regionais. O predomínio de conchas vazias pode evidenciar que as espécies antes abundantes são raras ou ausentes na comunidade viva (KIDWELL, 2009; TOMAŠOVÝCH; KIDWELL, 2009; GALLMETZER *et al*., 2017). Conforme as populações tendem a diminuir, menos conchas vão se depositar, documentando essa transição biótica e as mudanças na dominância de espécies (KIDWELL; TOMAŠOVÝCH, 2013; SMITH; DIETL, 2015; MARTINELLI *et al.*, 2016). Esse registro fornece uma base para o reconhecimento de alterações recentes e para elucidar diferenças tafonômicas provocadas por estresse e exploração ambiental crônica (KIDWELL; ROTHFUS, 2010; WEBER; ZUSCHIN, 2013; KOSNIK; KOWALEWSKI, 2016).

Na literatura, por exemplo, são relatadas consideráveis mudanças nas espécies abundantes de uma área que sofreu redução da cobertura algal e aumento da bioturbação. O padrão observado, tanto nas populações vivas como mortas, foi o declínio acentuado de *Cerithium litteratum* (Born, 1778), acompanhado por grande aumento de *E. affine* (FERGUSON; MILLER, 2007). Infelizmente, não há dados pretéritos do PEMAV para se realizarem tais comparações, o que dificulta a interpretação. De qualquer forma, a discrepância na diversidade e abundância dos grupos vivos e mortos neste estudo pode ser considerada como um indicativo de um estado comunitário alterado. Considerando que o grau de concordância tende a diminuir conforme o ambiente físico fica mais severo (PETERSON, 1977) e quanto maior for a exposição ao estresse antrópico (KIDWELL, 2009; GALLMETZER *et al*., 2017), algumas prováveis causas podem ser apontadas.

Em primeiro lugar, é pertinente ressaltar que as conchas coletadas no PEMAV em sua maioria eram de juvenis, sobretudo na região de catamarãs de AV, um indício de alta mortalidade na comunidade durante o recrutamento. Ao longo do seu ciclo de vida, os organismos exibem diferenças quanto à suscetibilidade a um estressor. Com isso, as consequências são variadas, podendo levar à morte caso ocorra na fase de crescimento em que o organismo não esteja adaptado (UNDERWOOD, 1989; BLANKENSTEYN, 2006; PECHENIK *et al*., 2019). Para algumas espécies de bivalves, por exemplo, foi observado que os juvenis eram sensíveis a distúrbios físicos de baixa densidade, por apresentarem conchas mais delicadas e frágeis, enquanto os adultos eram menos afetados, até mesmo por altos níveis de estresse (THRUSH *et al.*, 1991). De um modo geral, conforme avançam os estágios de crescimento dos moluscos, há um aumento da tenacidade da concha, proporcionando maiores taxas de sobrevivência (SILVA; CASTRO, 2014).

O recrutamento de muitas espécies, inclusive das mais abundantes desse estudo, ocorre durante o verão e primavera (LEITE; TURRA, 2003; RUEDA; SALLAS, 2003; LONGO *et al*., 2019), coincidindo com os picos de visitação de AV. Posto que muitas algas são apontadas como berçários ou local de recrutamento (ALMEIDA, 2007; VERAS, 2011; LONGO, 2016), a mortalidade pode estar tanto ligada ao impacto físico direto durante estágio de crescimento inadequado, como pela própria danificação do substrato fital, por mais que a comunidade seja adaptada a perturbações físicas.

Outro problema ambiental com potencial efeito na sobrevivência da macrofauna do PEMAV é a poluição por efluentes industriais e urbanos, devido à proximidade com a área urbana de Cabedelo (LOURENÇO, 2010; SEABRA, 2014; COSTA, 2016), sendo necessários estudos mais aprofundados na área. Na literatura, é relatado que, nas áreas costeiras com histórico de enriquecimento orgânico, a malacofauna associada a algas tende a ser mais abundante em mortos do que vivos (KIDWELL, 2007; FERGUSON, 2008; KIDWELL, 2009). Já foi observado, em pesquisas com macrofitobentos do PEMAV, o predomínio de algumas algas oportunistas, como é o caso da *Ulva lactuca*, no entanto, devido à falta de dados de nutrientes, não foi possível concluir se era um indicativo de poluição orgânica (COSTA, 2016).

Ainda, uma questão a ser evidenciada é a da severidade potencial da temperatura experimentada durante os períodos de maré baixa (MILLER *et al.*, 2009; ARCHAMBAULT *et al*., 2014), que também pode estar em certo nível afetando os organismos do PEMAV. Os eventos de estresse térmico letais dependem da ocorrência simultânea de condições específicas do oceano e de tempo, sendo mais comum serem atingidas temperaturas subletais,

causadoras de desvios fisiológicos como diminuição da taxa de alimentação e consumo de oxigênio (MILLER *et al*., 2009; PECHENIK *et al*., 2019). Diante da complexidade inerente aos processos da suscetibilidade térmica, os efeitos variam conforme algumas condições de umidade, taxas de aquecimento e tempo de exposição (MILLER *et al*., 2009). Os estágios de crescimento também exibem tolerâncias diferenciais ao aquecimento, com alguns juvenis demonstrando serem mais resilientes (CLARK *et al*, 2016).

Diante do cenário estudado no PEMAV, é possível que as comunidades de AV e AD tenham sua sobrevivência afetada não só por perturbações físicas, como também pela interação entre o enriquecimento orgânico da região e os efeitos subletais das flutuações da temperatura durante o ciclo das marés. Frente a todas as considerações realizadas no decorrer deste estudo, sugere-se que pesquisas futuras no PEMAV envolvam a macrofauna associada a macroalgas, visto que espécies abundantes neste estudo são típicas de comunidades fitais (LONGO *et al*., 2019). A biomassa e densidade das algas deveriam ser algumas das variáveis ambientais incluídas, pois geralmente reduções nesses parâmetros causam declínios na comunidade associada (LEITE; TURRA, 2003; VERAS, 2011). Ademais, medições de nutrientes (KIDWELL, 2007) e monitoramentos da temperatura durante as oscilações do nível da maré (MILLER *et al*., 2009) permitiriam compreender melhor os efeitos de ambos sobre a macrofauna do PEMAV.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propiciou uma compreensão abrangente dos processos regulatórios da estrutura de qualquer comunidade bêntica. Os padrões de distribuição espaço-temporal observados entre as regiões de estudo sustentaram o papel determinante da composição granulométrica e dos distúrbios físicos de origem natural e/ou antrópicos. O predomínio de gastrópodes no PEMAV também evidenciou a capacidade do grupo em habitar áreas sujeitas a condições variáveis e dinâmicas, além de destacar seu uso como indicador de perturbações ambientais. Muitas espécies encontradas no Parque são consideradas como oportunistas e têm se revelado como características de locais impactados.

Além disso, este foi o primeiro trabalho a fazer uma caracterização abrangente e criteriosa da fauna bêntica no PEMAV. Os dados quantitativos e de composição das espécies gerados poderão embasar futuros estudos desenvolvidos no Parque, até mesmo os voltados para um maior esclarecimento dos mecanismos envolvidos na sobrevivência desses organismos. Os resultados apresentados ainda têm implicações para gestão do PEMAV, especialmente ao se considerar a ação antropogênica esperada em AV. O predomínio de conchas vazias no PEMAV, sobretudo, de juvenis, reforça a necessidade da adoção de medidas mais efetivas para o cumprimento dos objetivos de sua criação, inclusive, de preservar a fauna marinha.

7. REFERÊNCIAS

ABSALÃO, R. R.; PIMENTA, A. D.; GOMES, R. S.; CECCHETTI, F. Associações malacológicas dos substratos inconsolidados na área de proteção ambiental do arquipélago de Santana, Macaé, Rio de Janeiro. *In:* SILVA, S. H.; LAVRADO, H. P. (Eds). **Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro, Série Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, v. 7, Rio de Janeiro, p. 173-289, 1999.

ABSALÃO, R. S.; MOREIRA, J.; TRONCOSO, J. S. Common environmental descriptors of two benthic amphi-atlantic mollusc assemblages. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 1, p. 65-73, 2006.

AGARD, J. B. R.; GOBIN, J.; WARWICK, R. M. Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to natural and man induced perturbations in a tropical environment (Trinidad, West Indies). **Marine Ecology Progress Series**, v. 92, p. 233–243, 1993.

ALLER, R. C. The effects of macrobenthos on chemical properties of marine sediment and overlying water, In: MCCALL, P. L.; TEVESZ, M. J. S. **Animal-Sediment Relations**: The Biogenic Alteration of Sediments (Eds). New York: Plenum Press, 1982. p. 53–102.

ALMEIDA, S. M. **Malacofauna associado ao fital de Sargassum spp no Pontal do Cupe, IPOJUCA, PE**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Recife, 2007.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, p. 711–728, 2013.

ALVES, M. S.; ARAÚJO, M. J. G. Moluscos associados ao fital *Halodule wrigthii* Aschers na Ilha de Itamaracá-PE. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 27, n. 1, p. 91-99, 1999.

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. (Org.). **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil**. Campinas, SP: UNICAMP/IB, 2011.

AMSLER, M.; HUANG, Y. M.; ENGL, W.; MCCLINTOCK, J. B.; AMSLER, C. D. Abundance and diversity of gastropods associated with dominant subtidal macroalgae from the western Antarctic Peninsula. **Polar Biology**, v. 38, p. 1171– 1181, 2015.

ANDERSON, M. J. Animal-sediment relationships re-visited: characterising species' distribution along and environmental gradient using canonical analysis and quantile regressions. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 366, p. 16–27, 2008.

ARCHAMBAULT, J. M.; COPE, W. G.; KWAK, T. J. Survival and behaviour of juvenile unionid mussels exposed to thermal stress and dewatering in the presence of a sediment temperature gradiente. **Freshwater Biology**, v. 59, p. 601–613, 2014.

AUSTEN, M. C; WIDDICOMBE, S. Comparison of the response of meio- and macrobenthos to disturbance and organic enrichment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 330, p. 96–104, 2006.

BAE, H.; LEE, J. H.; SONG, S. J.; RYU, J.; NOH, J., KWON, B.O.; CHOI, K.; KHIM, J. S. Spatiotemporal variations in macrofaunal assemblages linked to site-specific environmental factors in two contrasting nearshore habitats. **Environmental Pollution**, v. 241, p. 596–606, 2018.

BARROS JR, F. C. R.; CRUZ, I. C. S.; KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Ambiente bentônico. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. **Baía de Todos os Santos**: Aspectos oceanográficos. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 208-241.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BELL, S. S.; MCCOY, E. D.; MUSHINSKY, H. R (Eds). **Habitat structure**: The physical arrangement of objects in space. Londres: Champman & Hall, 1991. 438 p.

BELLEY, R.; SNELGROVE, P. V. R. Relative contributions of biodiversity and environment to benthic ecosystem functioning. **Frontiers in Marine Science**, v. 18, p. 1-15, nov. 2016.

BESSA, F.; MARQUES, J. C.; SCAPIN; F. Behavioural adaptations of two sympatric sandhoppers living on a mesotidal European Atlantic sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, p. 1-8, 2014.

BISHOP, M. J.; CHAPMAN, M. G. Managerial decisions as experiments: na opportunity to determine the ecological impact of boat-generated waves on macrobenthic infauna. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 4, p. 613–622, 2004.

BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 23, p. 870–876, 2006.

BOER, W. F.; PRINS, H. H. T. The community structure of a tropical intertidal mudflat under human exploitation. **ICES Journal of Marine Science**, v. 59, p. 1237–1247, 2002.

BREITBURG, D. L.; RIEDEL, G. F. Multiple stressors in marine systems. In: Norse, E. A; Crowder, L. B. (Eds.). **Marine Conservation Biology: the Science of Maintaining the Sea's Biodiversity**. Washington: D.C. Island Press, 2005. p. 167–182.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 1990.

BROWN, P. J.; TAYLOR, R. B. Effects of trampling by humans on animals inhabiting coralline algal turf in the rocky intertidal. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,** v. 235, p. 45–53, 1999.

CALAZANS, D. (Org.). **Estudos Oceanográficos**: do instrumental ao prático. Pelotas: Ed. Textos, 2011.

CARDOSO, R. S.; MATTOS, G.; CAETANO, C. H. S.; CABRINI, T. M. B.; GALHARDO, L. B.; MEIREIS, F. Effects of environmental gradients on sandy beach macrofauna of a semi-enclosed bay. **Marine Ecology**, v. 33, p. 106–116, 2012.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Biologia marinha**. 8 ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

CHANDRASEKARA, W. U.; FRID, C. L. J. Effects of human trampling on tidalflat infauna. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 6, p. 299-311, 1996.

CHECON, H. H.; VIEIRA, D. C.; CORTE, G. N.; SOUSA, E. C. P. M; FONSECA, G.; AMARAL, A. C. Z. Defining soft bottom habitats and potential indicator species as tools for monitoring coastal systems: A case study in a subtropical bay. **Ocean & coastal managemen**t, v. 164, p. 68-78, 2018.

CHOU, L. M.; YU, J. Y.; LOH, T. L. Impacts of sedimentation on soft-bottom benthic communities in the southern islands of Singapore. **Hydrobiologia**, v. 515, p. 91–106, 2004.

CLARK, M. S.; THORNE, M. A. S.; BURNS, G.; PECK, L. S. Age-related termal response: the cellular resilience of juveniles. **Cell Stress and Chaperones,** v. 21, p. 75–85, 2016.

CLARKE, K. R.; AINSWORTH, M. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. **Mar. Ecol. Prog. Ser.,** v. 92, p. 205-219, 1993.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N.; SOMERFIELD, P. J.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities**: An approach to statistical analysis and interpretation, 3ª ed. PRIMER-E: Plymouth, 2014.

COSTA, R. J. **Impactos ambientais do turismo/lazer no Recife de Areia Vermelha**: a metodologia de limites de mudanças aceitáveis. 2016. 112f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa Regional de Pós-Graduação em

Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

COSTA, R. J.; MIRANDA, G. E. C. Caracterização da atividade turística/lazer do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (Cabedelo/PB). **Revista de estudos ambientais (Online**), v. 18, n. 1, p. 57-65, jan./jun. 2016.

DENADAI, M. R.; AMARAL, C. A. Z; TURRA, A. Struture of molluscan assemblages in shetered intertidal unconsolidated environments. **Brazilian archives of biology and technolog**, Brasil, v. 48, n. 5, p. 825-839, 2005.

DEXTER, D. M. Community Structure and Seasonal Variation in Intertidal Panamanian Sandy Beaches. **Estuarine und Coastal Marine Science**, v. 9, p. 543-558, 1979.

DEXTER, D. M. Sandy Beach Community Structure: The Role of Exposure and Latitude. **Journal of Biogeography,** v. 19, n. 1, p. 59-66, jan. 1992.

DIAS, T. L. P.; ROSA, I. L.; FEITOZA, B. M. Food resource and habitat sharing by the three western South Atlantic surgeonfishes (Teleostei: Acanthuridae: Acanthurus) of Paraiba coast, North-eastern Brazil. **J. Ichthyol. Aquat. Biol**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2001.

FERGUSON, C. A. Nutrient pollution and the molluscan death record: use of mollusc shells to diagnose environmental change. **Journal of Coastal Research,** v. 24, p. 250–259, 2008.

FERGUSON, C. A.; MILLER, A. I. A sea change in Smuggler's Cove? Detection of decadal-scale compositional transitions in the subfossil record. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 254, p. 418–429, 2007.

GALLMETZER, I.; HASELMAIR, A.; TOMAŠOVÝCH, A.; STACHOWITSCH, M.; ZUSCHIN, M. Responses of molluscan communities to centuries of human impact in the northern Adriatic Sea**. PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1-31, jul. 2017.

GOMES JR, E. L. **Resposta da comunidade de tardígrados ao impacto do pisoteio associado ao turismo nos recifes de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE)**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

GONÇALVES, E. M.; LANA, P. C. Padrões de distribuição de Bivalvia e Gastropoda na Plataforma Continental da Costa Sudeste do Brasil (24ºS-27°S). **Nerítica,** n. 6, p. 73-92, 1991.

GONÇALVES, S. C.; MARQUES, J. C. Assessement and management of environmental quality conditions in marine sandy beaches for its sustainable use—Virtues of the population based approach. **Ecological Indicators**, v. 74, p. 140–146, 2017.

GONDIM, A. I.; DIAS, T. L. P.; CAMPOS, F. F.; ALONSO, C.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Benthic macrofauna from Areia Vermelha Marine State Park, Cabedelo, Paraíba, Brazil. **Biota Neotrop,** v. 11, n. 2, 2011.

GOVERNO DA PARAÍBA. **Governo define plano de manejo do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha**. Publicação: sexta-feira, 20 de janeiro de 2017. Disponível em: < https://goo.gl/yAoBro>. Acesso em: 26 de junho de 2017.

HALPERN, B. S.; SELKOE, K. A.; MICHELI, F.; KAPPEL, C. V. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. **Conservation Biology**, v. 21, n. 5, p. 1301–1315, 2007.

HEWITT, J.; ELLIS, J. I.; THRUSH, S. F. Multiple stressors, nonlinear effects and the implications of climate change impacts on marine coastal ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 8, p. 2665-2675, 2016.

HILLEBRAND, H.; BENNETT, D. M.; CADOTTE, M. W. Consequences of dominance: A review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. **Ecology**, v. 89, n. 6, p. 1510–1520, 2008.

HINZ, H.; PRIETO, V.; KAISER, M. J. Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. **Ecological Applications**, v. 19, n. 3, p. 761–773, 2009.

HUBER, M.; LANGLEIT, A.; KREIPL, K. **Compendium of bivalves 2**. Harxheim: Conchbooks, 2015.

JARAMILLO, E.; CONTRERAS, H.; QUIJON, P. Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of South-Central Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 69, p. 655–663, 1996.

JAYARAJ, K. A.; JOSIA, J.; KUMAR, D. Infaunal Macrobenthic Community of Soft Bottom Sediment in a Tropical Shelf. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 3, p. 708-718, may. 2008.

JOYDAS, T. V.; DAMODARAN, R. Infaunal macrobenthos along the shelf waters of the west coast of India, Arabian Sea. **Indian Journal of Marine Sciences**, v. 38, n. 2, p. 191-204, jun. 2009.

KIDWELL, S. M. Discordance between living and death assemblages as evidence for anthropogenic ecological change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, p. 17701-17706, 2007.

KIDWELL, S. M. Evaluating human modification of shallow marine ecosystems: Mismatch in composition of molluscan living and time-averaged death assemblages. In:

DIETL, G. P.; FLESSA, K. W. (Eds.). **Conservation Paleobiology**: Using the Past to Manage for the Future, Paleontological Society Short Course, October 17th, 2009. The Paleontological Society Papers, v. 15, 2009.

KIDWELL, S. M.; ROTHFUS, T. A. The living, the dead, and the expected dead - variation in life span yields little bias of proportional abundances in bivalve death assemblages. **Paleobiology**, v. 36, n. 4, p. 615-640, 2010.

KIDWELL, S. M.; TOMAŠOVÝCH, A. Implications of Time-Averaged Death Assemblages for Ecology and Conservation Biology. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics,** v. 44, p. 539–563, 2013.

KOSNIK, M. A.; KOWALEWSKI, M. Understanding modern extinctions in marine ecosystems: the role of palaeoecological data. **Biology Letters,** v. 12, 2016.

KOTTA, J.; ORAV-KOTTA, H.; JANES, H.; HUMMEL, H.; ARVANITIDIS, C.; VAN AVESAATH, P.; BACHELET, G.; BENEDETTI-CECCHI, L.; BOJANIC', N.; COMO, S.; COPA, S.; COUGHLAN, J.; CROWE, T.; DAL BELLO, M.; DEGRAER, S.; LA PENA, J. A. J.; MATOS, V. K. F.; ESPINOSA, F.; FAULWETTER, S.; FROST, M.; GUINDA, X.; JANKOWSKA, E.; JOURDE, J.; KERCKHOF, F.; LAVESQUE, N.; LECLERC, J.; MAGNI, P.; PAVLOUDI, C.; PEDROTTI, M. L.; PELEG, O.; PE'REZ-RUZAFA, A.; PUENTE, A.; RIBEIRO, P.; RILOV, G.; ROUSOU, M.; RUGINIS, T.; SILVA, T.; SIMON, N.; SOUSA-PINTO, I.; TRONCOSO, J.; WARZOCHA, J.; WESLAWSKI, J. M. Essence of the patterns of cover and richness of intertidal hard bottom communities: a pan-European study. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 97, n. 3, p. 525-538, 2016.

LALLI, C. M.; PARSONS, R. P. **Biological oceanography**: an introduction. 2ª ed. Linacre House: Elsevier Butterworth-Heinemann, 1997.

LEITE, D. S. L. **Estado de conservação dos recifes costeiros da Paraíba, Brasil**: A relação com a política e a gestão ambiental. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

LEITE, D. S. L.; MIRANDA, G. E. C. Impacto do turismo sobre a hidrografia do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo/PB: Contribuições para gestão ambiental. In: PAIVA, N. H. **Impactos das Tecnologias nas Ciências Exatas e da Terra.** Volume 2. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

LEITE, F. P. P.; TURRA, A. Temporal variation in Sargassum biomass, Hypnea epiphytism and associated fauna. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 665–671, 2003.

LEPŠ, J.; ŠMILAUER, P. **Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO**. New York: Cambridge University Press, 2003.

LEVINTON, J. S. Stability and trophic structure in a deposit-feeding and suspension-feeding communities. **Am. Naturalist**, v. 106, p. 472-486, 1972.

LONGO, P. A. S. **Variação espaço-temporal em assembleias de gastrópodes associados a *Sargassum* sp. em áreas sujeitas ao impacto antrópico e suas implicações para conservação.** 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

LONGO, P. A. S.; MANSUR, K. F. R.; LEITE, F. P. P.; PASSOS, F. D. The highly diverse gastropod assemblages associated with *Sargassum* spp. (Phaeophyceae: Fucales) habitats. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1–13, 2019.

LOTZE, H. K.; LENIHAN, H. S.; BOURQUE, B. J.; BRADBURY, R. H; COOKE, R. G; KAY, M.C. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science,** v. 312, p. 1806- 1809, jun. 2006.

LOURENÇO, L. J. S. **Proposta de zoneamento e capacidade de carga para o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha**. 2010. 135f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

LOURENÇO, L. J. S.; CRISPIM, M. C.; ELOY, C. C. Caracterização do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, PB, baseado na diversidade e abundância dos cnidários da classe Anthozoa, como subsídio para o Zoneamento Ecológico Econômico. **GAIA SCIENTIA**, v. 9, n. 1, p. 134-140, 2015.

MARCUS, E.; MARCUS, E. Studies on *Tricolia affinis cruenta*. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Clínicas e Letras, Universidade de São Paulo. Zoologia**, v. 23, p. 171-198, 1960.

MARTINELLI, J. C.; MADIN, J. S.; KOSNIK, M. A. Dead shell assemblages faithfully record living molluscan assemblages at One Tree Reef. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 457, p. 158–169, 2016.

MASSEI, K.; FERREIRA, R. S. O Conselho Gestor do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (Cabedelo, Paraíba) como espaço público de diálogo ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade,** v. 3, n. 6, p. 385-395, 2016.

MAXON, C. L.; BARNETT, A. M.; DIENER, D. R. Sediment contaminants and biological effects in southern California: use of a multivariate statistical approach to assess biological impact. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 775–784, 1997.

MCARTHUR, M. A.; BROOKE, B. P.; PRZESLAWSKI, R.; RYAN, D. A.; LUCIEER, V. L.; NICHOL, S; MCCALLUM, A. W.; MELLIN, C.; CRESSWELL, I. D.; RADKE, L. C. On the use of abiotic surrogates to describe marine benthic biodiversity. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 88, p. 21–32, 2010.

MCLACHLAN, A. Composition, distribution, abundance and biomass of the macrofauna and meiofauna of four sandy beaches. **Zoologica Africana,** v. 12, n. 2, p. 279-306, 1977.

MCLACHLAN, A. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series**, v. 131, p. 205-217, 1996.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O.; JARAMILLO, E.; SHORT, A. D. Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. **Ocean & Coastal Management**, v. 71, p. 256-268, 2013.

MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds.). **Sandy Beaches as Ecosystems**. Springer Science+Business Media Dordrecht BV, 1983.

MCLEAN, R. F.; TSYBAN, A.; BURKETT, V.; CODIGNOTT, J. O.; FORBES, D. L.; MIMURA, N.; BEAMISH, R. J.; ITTEKKOT, V. Coastal Zones and Marine Ecosystems. In: MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J.; WHITE, K. S. (ed.). **Climate Change 2001 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

MÉNDEZ, N. Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, Mexico). **Oceanologica Acta,** v. 25, p. 139–147, 2002.

MILLER, D. C.; MUIR, C. L.; HAUSER, O. A. Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? **Ecological Engineering**, v. 19, p. 211-232, 2002.

MILLER, L. P.; HARLEY, C. D. G.; DENNY, M. W. The role of temperature and desiccation stress in limiting the local-scale distribution of the owl limpet, Lottia gigantea. **Functional Ecology**, v. 23, p. 756–767, 2009.

MINEUR, F.; ARENAS, F.; ASSIS, J.; DAVIES, A.; ENGELEN, A. H.; FERNANDES, F.; MALT, E.; THIBAUT, T.; NGUYEN, T. V.; VAZPINTO, F.; VRANKEN, S.; SERRÃO, E. A.; CLERCK, O. European seaweeds under pressure: Consequences for communities and ecosystem functioning. **Journal of Sea Research,** v. 98, p.91-108, 2015.

MMA. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p.

MONZ, C. A.; PICKERING, C. M.; HADWEN, W. L. Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. **Front Ecol Environ,** 2013. **Frontiers in Ecology and the Environment,** v. 11: 441- 446.

MUNIZ, P.; A. PIRES, M. S. Trophic structure of polychaetes in the São Sebastião Channel (southeastern Brazil). **Marine Biology**, v. 134, p. 517–528, 1999.

MUÑOZ-LECHUGA, R.; GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, M.; SANZ-FERNÁNDEZ, V.; GÓMEZ-CABEZA, A.; CABRERA-CASTRO, R. Infralittoral-sublittoral (submerged zone) macroinfauna community structure of high impact, medium-impact and non-impact beaches on the Gulf of Cádiz coast (SW Spain). Evaluation of anthropogenic alterations: Nourishments, human impact and urbanization. **Marine Environmental Research,** v. 133, p. 85-98, feb. 2018.

NEVES, R. A. F.; ECHEVERRIA, C. A.; PESSOA, L. A.; PAIVA, P. C.; PARANHO, R. S; VALENTIN, J. L. Factors influencing spatial patterns of molluscs in a eutrophic tropical bay. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 93, v. 3, p. 577–589, 2013.

NEWELL, R. C.; SEIDERER, L. J.; HITCHCOCK, D. R. The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, v.** 36, p. 127-178, 1998.

NICOLAIDOU, A.; PANCUCCI, M. A.; ZENETOS, A. The inpact of dumping coarse metalliferous waste on the benthos in Evoikos Gulf, Greece. **Marine Pollution Bulletin**, v. 20, p. 28–33, 1989.

OLSGARD, F.; SOMERFIELD, P. J. Surrogates in marine benthic investigations – which taxonomic unit to target. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, v. 7, p. 25–42, 2000.

ORTEGA, I.; COLLING, L. A.; DUMONT, L. F. C. Response of soft-bottom macrobenthic assemblages to artisanal trawling fisheries in a subtropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 207, p. 142–153, p. 2018.

PAIVA, A. C. G.; COELHO, P. A.; TORRES, M. F. A. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, v. 38, p. 85 – 92, 2005.

PARAÍBA. **Decreto-Lei nº 21.263 do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha**. 2000.

PARAÍBA. PORTARIA /SUDEMA/DS/Nº 002/2016. **Diário Oficial**, João Pessoa, PB, n. 16.028, 15 Janeiro 2016. Seção I, p. 1.

PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, v. 16, p. 229-311, 1978.

PECHENIK, J. A.; CHAPARRO, O. R.; FRANKLIN, A.; MARDONES, M. L.; MONTORY, J.A. Thermal tolerance of intertidal and subtidal adults and embryos of the marine gastropod *Crepipatella peruviana*. **Marine Ecology Progress Series,** v. 616, p. 67-81, 2019.

PETERSON, C. H. The Paleoecological significance of undetected short-term temporal variability. **Journal of Paleontology**, v. 51, n. 5, p. 976-981, sep. 1977.

PINN, E. H.; RODGERS, M. The influence of visitors on intertidal biodiversity. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 85, n. 2, p. 263–268, 2005.

POIRIER, C.; SAURIAUA, P,; CHAUMILLONA E.; BERTINA; X. Influence of hydro-sedimentary factors on mollusc death assemblages in a temperate mixed tide-and-wave dominated coastal environment: Implications for the fossil record. **Continental Shelf Research**, v. 30, n. 17, p. 1876-1890, oct. 2010.

QUERINO, L. A. C. **Composição e estrutura da comunidade de peixes recifais do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha, Cabedelo, PB.** 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – área de concentração Zoologia), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

REDFERN, C. **Bahamian Seashells**: 1161 Species from Abaco, Bahamas. Boca Raton, Florida. 2013.

REYES-MARTÍNEZ, J.; RUÍZ-DELGADO, C.; SANCHEZ-MOYANO, J. E.; GARCÍA-GARCÍA, F. J. Response of intertidal sandy-beach macrofauna to human

trampling: An urban vs. natural beach system approach. **Marine Environmental Research**, v. 103, p. 36-45, 2015.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RIOS, E. **Compendium of brazilian sea shells**. Rio Grande: Evagraf, 2009. 676 p.

RODIL, I. F.; LASTRA, M. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** v. 61, p. 37-44, 2004.

RODRIGUEZ, S. R.; OJEDAL, F. P.; INESTROSA, N. C. Settlement of benthic marine invertebrates. **Marine Ecology Progress Series,** v. 97, p. 193-207, jul. 1993.

ROEDENBECK, I. A.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C. S.; HOULAHAN, J. E.; JAEGER, J. A. G.; N. KLAR, KRAMER-SCHADT, S.; GRIFT, E. A. V. D. The Rauischholzhausen agenda for road ecology. **Ecology and Society**, v. 12, n. 1, 2007.

ROSSI, F.; FORSTER, R. M.; MONTSERRAT, F.; PONTI, M. ; TERLIZZI, A. ; YSEBAERT, T.; MIDDELBURG, J. J. Human trampling as short-term disturbance on intertidal mudflats: effects on macrofauna biodiversity and population dynamics of bivalves. **Marine Biology**, v. 151, p. 2077-2090, 2007.

RUEDA, J. L.; SALAS, C. Seasonal variation of a molluscan assemblage living in a *Caulerpa prolifera* meadow within the inner Bay of Cádiz (SW Spain). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 909–918, 2003.

SALA, E.; KNOWLTON, N. Global marine biodiversity trends. **Annu. Rev. Environ. Resour**, v. 31, p. 93–122, 2006.

SANTOS, J. S. **Turismo no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha:** Praticando a (in) sustentabilidade. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Meio Ambiente) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Cabedelo, 2014.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores**. Biol Conserv**, v. 147, p. 123–32, 2012.

SEABRA, G. **Paraíba**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014. 352 p.

SILVA, C. C.; CASTRO, G. A. Caecidae gastropods found in beds of the mussel *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), on the rocky shores of Benevente Bay, Espírito Santo State. **Arq. Ciên. Mar,** Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 80 – 85, 2014.

SILVA, M. B. **Dinâmica dos padrões sucessionais do macrofitobentos em áreas marinhas sob diferentes regimes de proteção**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em

Ecologia e Monitoramento Ambiental), Programa de Pós Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2013.

SILVA, M. R. O. **Percepção ambiental e turismo sustentável:** Análise dos impactos da atividade turística em zonas costeiras da Grande João Pessoa – PB. 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SMITH, E. P. BACI design. **Encyclopedia of Environmetrics**, v. 1, p. 141-148, 2002.

SMITH, J. A.; DIETL, G. P. The value of geohistorical data in identifying a recent human-induced range expansion of a predatory gastropod in the Colorado River delta, Mexico. **Journal of Biogeography**, v. 43, p. 791–800, 2016.

SNELGROVE, P. V. R. Getting to the Bottom of Marine Biodiversity: Sedimentary Habitats**. BioScience**, v. 49, n. 2, p. 129–138, feb. 1999.

SNELGROVE, P. V. R.; BLACKBURN, T. H.; HUTCHINGS, P. A.; ALONGI, D. M.; GRASSLE, J. F.; HUMMEL, H.; KING, G.; KOIKE, I.; LAMBSHEAD, P. J. D.; RAMSING, N. B.; SOLIS-WEISS, V.; FRECKMAN, D. The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes. **Ambio**, v. 26, n. 8, p. 578-583, dec. 1997.

SOARES-GOMES, A.; PIRES-VANIN, A. M. S. Bivalve mollusk assemblages on São Paulo's northern Continental shelf, southeast Brazil. **Braz. J. Biol**., v. 65, n. 4, p. 717-727, 2005.

SORTE, C. J. B.; DAVIDSON, V. E.; FRANKLIN, M. C.; BENES, K. M.; DOELLMAN, M. M.; ETTER, R. J.; HANNIGAN, R. E.; LUBCHENCO, J.; MENGE, B. A. Long-term declines in an intertidal foundation species parallel shifts in community composition. **Global Change Biology**, p. 1-12, 2016.

STEELE-PETROVIĆ, H. M. An Explanation for the Tolerance of Brachiopods and Relative Intolerance of Filter-Feeding Bivalves for Soft Muddy Bottoms. **Journal of Paleontology**, v, 49, n. 3, p. 552-556, may. 1975.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Edgard Bliicher: São Paulo, 1973.

TAIT, R. V. **Elements of marine ecology**. 4ª ed. Butterworth-Heinemann: Oxford, 1998.

TERLIZZI, A.; SCUDERI, D.; FRASCHETTI, S.; ANDERSON, M. J. Quantifying effects of pollution on biodiversity: A case study of highly diverse molluscan assemblages in the Mediterranean. **Marine Biology**, v. 148, n. 2, p. 293–305, 2005.

THISTLE, D.; YINGST, J. Y.; FAUCHALD, K. A deep-sea benthic community exposed to strong near-bottom currents on the Scotian Rise (western Atlantic). In: NOWELL, A. R. M.; HOLLISTER, C. D. (Eds). **Deep Ocean Sediment Transport - Preliminary Results of the High Energy Benthic Boundary Layer Experiment**. Mar. Geol., v. 66, p. 91-112, 1985.

THRUSH, S. F.; HEWITT, J. E.; CUMMINGS, V. J.; ELLIS, J. I.; HATTON, C.; LOHRER, A. Muddy waters: elevating sediment input to coastal and estuarine habitats. **Front Ecol Environ**, v. 2, n. 6, p. 299–306, 2004.

THRUSH, S. F.; PRIDMORE, R. D.; HEWITT, J. E.; CUMMINGS. Impact of ray feeding disturbances on sandflat macrobenthos: Do communities dominated by polychaetes or shellfish respond differently? **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 69, p. 245-252, 1991.

TILBERT, S.; CASTRO, F. J. V.; TAVARES, G.; NOGUEIRA JR, M. Spatial variation of meiofaunal tardigrades in a small tropical estuary (~6°S; Brazil). **Marine and Freshwater Research**, v. 70, n. 8, p. 1094-1104, 2019.

TOMAŠOVÝCH, A.; KIDWELL, S. M. Preservation of spatial and environmental gradients by death assemblages. **Paleobiology**, v. 35, n. 1, p. 119–145, 2009.

TUNNELL JR., J. W.; ANDREWS, J.; BARRERA, N. C.; MORETZSOHN, F. **Encyclopedia of Texas seashells**: identification, ecology, distribution, and history. College Station: Texas A&M University Press, 2010.

UNDERWOOD, A. J. The analysis of stress in natural populations. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 37, p. 51–78, 1989.

VERAS, D. R. A. **Moluscos associados à macroalga *Pterocladiella caerulescens* (Rhodophyta, Pterocladiaceae) na zona entremarés da Praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, nordeste do Brasil**. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Instituto de Ciências do mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

VERAS, D. R. A.; MARTINS, I. X.; MATTHEWS-CASCON, H. Mollusks: How are they arranged in the rocky intertidal zone? **Iheringia - Série Zoologia**, v. 103, n. 2, p. 97-103, jun. 2013.

VILLANUEVA, V. D.; FONT, J.; SCHWARTZ, T.; ROMANÍ, A. M. Biofilm formation at warming temperature: acceleration of microbial colonization and microbial interactive effects. **Biofouling**, v. 27, n. 1, p. 59–71, 2010.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science,** v. 37, p. 29–38, 1934.

WARD, J. E.; MACDONALD, B. A. Pre-ingestive feeding behaviors of two sub-tropical bivalves (Pinctada Imbricata and Arca Zebra): Responses to an acute increase in suspended sediment concentration. **Bulletin of Marine Science**, v. 59, n. 2, p. 417-432, 1996.

WARWICK, R. M. **Environmental impact studies on marine communities**: Pragmatical considerations. Australian Journal of Ecology, v. 18, p. 68-80, 1993.

WEBER, K.; ZUSCHIN, M. Delta-associated molluscan life and death assemblages in the northern Adriatic Sea: Implications for paleoecology, regional diversity and conservation. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 370, p. 77–91, 2013.

WIDDICOMBE, S.; AUSTEN, M. C. The interaction between physical disturbance and organic enrichment: An important element in structuring benthic communities. **Limnology and Oceanography**, v. 46, n. 7, p. 1720–1733, 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2010.

ZHANG, F.; SUN, X.; ZHOU, Y.; ZHAO, C.; DU, Z.; LIU, R. Ecosystem health assessment in coastal waters by considering spatio-temporal variations with intense anthropogenic disturbance. **Environmental Modelling & Software**, v. 96, p. 128-139, 2017.

ZÜHLKE, R.; REISE, K. Response of macrofauna to drifting tidal sediments. **Helgoländer Meeresunters,** v. 48, p. 277-289, 1994.

8. APÊNDICE

Apêndice 1 - Lista taxonômica das espécies de gastrópodes e bivalves coletados no PEMAV. A= Período "antes"; D= Período "depois"; AV = Areia Vermelha; B = banco de areia; C = catamarãs; S= snorkeling; P = platô recifal; AD= Areia Dourada; 1= ponto localizado na zona entremarés; 2=ponto localizado na zona sublitoral.

		AVB1	AVB2	AVC1	AVC2	AVP1	AVP2	AVS1	AVS2	AD1	AD2
BIVALVIA											
Condylocardiidae											
Warrana besnardi (Klappenbach, 1963)	A	416,7±305,6	1.074,1±1045,8	629,6±445,6	861,1±83,3	500±493,8	385,4±333,4	344,4±307,9	167,2±54,8	444,4±166,7	148,1±115,6
	D	240,7±84,9	333,3±388,9	444,4±55,6	1166,7±547,2	55,6±0	-	148,1±139,8	222,2±111,1	74,1±84,9	333,3±166,7
Corbulidae											
Caryocorbula contracta (Say, 1822)	A	-	-	-	-	-	-	-	23,88±28,59	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	55,56±55,56	-	-
Crassatellidae											
Crassinella lunulata (Conrad, 1834)	A	277,8±111,1	759,3±882,5	759,3±462,6	666,7±111,1	463±369,9	605,6±333,5	229,6±212,7	525,3±267,3	416,7±27,8	277,8±294
	D	166,7±192,5	370,4±594	361,1±138,9	666,7±96,2	138,9±138,9	83,3±27,8	92,6±64,2	1453,7±89,3	111,1±55,6	370,4±195,1
Limidae											
Limatula sp.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	37,04±32,08	-	-	-	-	-	-
Lucinidae											
Radiolucina sp.	A	-	-	-	27,78±27,78	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	55,56±0	-	-
Noetiidae											
Arcopsis adamsi (Dall, 1886)	A	-	-	-	-	18,52±32,08	-	-	95,52±114,35	27,78±27,78	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	83,33±27,78	-	-
Semelidae											
Ervilia sp.	A	-	-	-	27,78±27,78	-	-	-	-	27,78±27,78	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	27,78±27,78	-	-
Semele purpurascens (Gmelin, 1791)	A	-	-	-	-	-	-	-	47,76±57,17	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	250±83,33	37,04±32,08	37,04±32,08

Semele sp.	A	-	18,52±32,08	-	-	-	27,53±27,78	-	-	-	-
	D	-	-	27,78±27,78	18,52±32,08	-	-	-	18,52±32,08	-	-
MORFOTIPOS											
Bivalvia sp. 1	A	-	-	-	-	-	-	-	23,88±28,59	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bivalvia sp. 2	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,52±32,08
	D	-	-	-	18,52±32,08	27,78±27,78	-	-	-	-	-
Bivalvia sp. 3	A	-	-	-	55,56±0	-	-	-	-	27,78±27,78	18,52±32,08
	D	-	-	-	18,52±32,08	-	-	-	138,89±138,89	18,52±32,08	74,07±84,86
Bivalvia sp. 4	A	-	-	18,52±32,08	-	-	-	-	23,88±28,59	-	-
	D	-	18,52±32,08	-	18,52±32,08	-	-	-	55,56±0	-	-
GATROPODA											
Architectonicidae											
Heliacus bisulcatus (d'Orbigny, 1842)	A	-	37±64,2	55,6±55,6	27,8±27,8	-	-	-	27,8±27,8	83,3±27,8	37±32,1
	D	-	37±64,2	27,8±27,8	18,5±32,1	-	-	-	-	-	92,6±32,1
Heliacus cylindricus (Gmelin, 1791)	A	27,8±27,8	111,1±0	74,1±128,3	111,1±111,1	55,6±96,2	18,5±32,1	-	-	138,9±27,8	55,6±96,2
	D	37±32,1	37±64,2	55,6±55,6	129,6±84,9	18,5±32,1	-	-	-	74,1±128,3	18,5±32,1
Areneidae											
Arene brasiliana (Dall, 1927)	A	388,9±55,6	592,6±315,9	500±309,3	1.027,8±83,3	296,3±169,7	277,8±192,5	222,2±96,2	2.416,7±1805,6	1.416,7±416,7	629,6±306
	D	370,4±32,1	518,5±465,9	750±27,8	1.314,8±533,8	218,4±49,9	27,8±27,8	111,1±55,6	416,7±138,9	333,3±166,7	722,2±200,3
Caecidae											
Caecum achirona (de Folin, 1867)	A	194,4±27,8	518,5±609,4	259,3±224,5	388,9±166,7	129,6±32,1	92,6±84,9	-	55,6±55,6	333,3±111,1	18,5±32,1
	D	222,2±96,2	259,3±115,6	583,3±305,6	1.074,1±369,9	-	27,8±27,8	166,7±242,2	166,7±166,7	92,6±115,6	222,2±147
Caecum brasilicum de Folin, 1874	A	7.638,9±4.194,4	13.074,1±10.217,7	12.277,8±6.985	19.194,4±3.638,9	4.425,9±306	5.796,3±4.475,4	1.314,8±588,8	3.333,3±444,4	31.750±2.305,6	7.166,7±6.194,4
	D	4.000±2.219,4	6.111,1±5.302,9	12.722,2±3.666,7	25.259,3±10.238,9	1.325,7±1.402	259,3±169,7	851,9±279,6	1.111,1±611,1	8.240,7±3.277,9	19.092,6±5.768,8
Caecum circumvolutum de Folin, 1867	A	-	18,5±32,1	-	27,8±27,8	-	-	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-	-	18,5±32,1
Caecum cycloferum de Folin, 1867	A	55,6±0	185,2±195,1	185,2±115,6	333,3±0	55,6±55,6	129,6±139,8	37±32,1	250±83,3	361,1±83,3	74,1±64,2
	D	18,5±32,1	185,2±64,2	111,1±55,6	518,5±250,5	18,5±32,1	-	-	833,3±55,6	55,6±55,6	166,7±55,6
Caecum floridanum Stimpson, 1851	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-
	D	-	-	27,8±27,8	-	-	-	-	-	-	-
Caecum multicostatum de Folin, 1867	A	27,8±27,8	240,7±417	129,6±115,6	55,6±55,6	37±32,1	148,1±115,6	74,1±84,9	-	111,1±55,6	55,6±55,6
	D	-	55,6±55,6	138,9±27,8	92,6±32,1	37±32,1	-	18,5±32,1	361,1±250	18,5±32,1	37±32,1

Caecum pulchellum Stimpson, 1851	A	305,6±27,8	481,5±431,5	592,6±274	2.222,2±111,1	185,2±84,9	259,3±224,5	74,1±32,1	694,4±472,2	972,2±638,9	222,2±0
	D	166,7±96,2	185,2±178,6	305,6±83,3	1.074,1±195,1	92,6±115,6	83,3±27,8	18,5±32,1	277,8±0	259,3±178,6	833,3±254,6
Caecum ryssotitum de Folin, 1867	A	11.009,3±4.145	17.018,5±6.808,1	24.333,3±8.975,4	55.509,3±12.083,4	6.981,5±662,8	7.555,6±5.404,3	1.814,8±409,5	36.222,2±5.611,1	37.527,8±6.750	18.222,2±2.539,2
	D	6.796,3±2.085,6	10.500±6.992,3	20.972,2±4.638,9	66.648,1±25.270	1.281,3±912,8	305,6±250	2.074,1±1.659,6	4.527,8±3.083,3	18.037±7.390	55.870,4±8.908,4
Caecum striatum de Folin, 1868	A	19.648,1±8.506,1	32.296,3±19.123	38.407,4±17.183,5	78.898,1±16.305,6	12.166,7±1.439,3	14.277,8±10.669,1	3.537±1.243,6	43.018,5±8.532,1	7.2722,2±10.444,4	2.6481,5±9.319,6
	D	11.611,1±4.593,7	17.907,4±13.335,4	35.694,4±8.916,7	96.129,6±37.007,2	2.992,1±2.576,6	703,7±503,1	3.240,7±2.301	7.694,4±4.305,6	27.111,1±11.344,8	77.074,1±15.462,9
Caecum sp.	A	166,7±0	296,3±262,5	18,5±32,1	111,1±0	74,1±128,3	74,1±128,3	92,6±64,2	27,8±27,8	416,7±138,9	55,6±96,2
	D	18,5±32,1	111,1±147	138,9±138,9	129,6±115,6	55,6±55,6	-	92,6±84,9	111,1±111,1	166,7±147	407,4±431,5
Meioceras nitidum (Stimpson, 1851)	A	-	-	92,6±32,1	55,6±0	-	18,5±32,1	18,5±32,1	-	-	37±64,2
	D	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1	-	-	37±64,2	-	18,5±32,1	55,6±55,6
Cerithidae											
Bittiolum varium (Pfeiffer, 1840)	A	4.861,1±305,6	9.166,7±4.314,4	9.685,2±6.440,7	21.444,4±3.722,2	4.185,2±2.365,1	6.277,8±3.369,7	1.814,8±1.092	15.027,8±5.250	13.138,9±1.083,3	5.222,2±5.283
	D	2.277,8±822,1	5.037±4.078,8	5.944,4±2.166,7	17.925,9±8.369,2	1.184,6±515,9	444,4±222,2	1.018,5±643,9	6.583,3±1.750	2.203,7±1.703,6	10.333,3±3.168,6
Cerithium atratum (Born, 1778)	A	27,8±27,8	37±64,2	37±32,1	55,6±55,6	55,6±55,6	18,5±32,1	18,5±32,1	83,3±83,3	250±83,3	333,3±530
	D	-	74,1±84,9	-	185,2±84,9	-	27,8±27,8	-	166,7±0	-	55,6±55,6
Cerithiopsidae											
Cerithiopsis flava (C. B. Adams, 1850)	A	361,1±194,4	370,4±352,8	722,2±587,9	1.222,2±55,6	240,7±178,6	388,9±400,6	37±32,1	472,2±416,7	638,9±138,9	185,2±115,6
	D	296,3±369,9	185,2±320,8	222,2±111,1	925,9±472,5	37±64,2	27,8±27,8	55,6±55,6	194,4±138,9	129,6±139,8	370,4±250,5
Cerithiopsis fusiformis (C. B. Adams, 1850)	A	-	148,1±160,4	148,1±32,1	888,9±333,3	37±32,1	74,1±84,9	18,5±32,1	527,8±527,8	555,6±333,3	185,2±274
	D	-	55,6±96,2	194,4±138,9	481,5±32,1	-	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1	296,3±369,9
Cerithiopsis pulvis (Issel, 1869)	A	37±64,2	259,3±64,2	222,2±55,6	444,4±111,1	111,1±0	111,1±147	18,5±32,1	388,9±111,1	277,8±111,1	55,6±55,6
	D	55,6±0	92,6±115,6	111,1±55,6	388,9±147	18,5±32,1	-	18,5±32,1	-	240,7±417	314,8±169,7
Cerithiopsis sp. 1	A	18,5±32,1	92,6±84,9	185,2±64,2	361,1±83,3	37±64,2	18,5±32,1	37±64,2	166,7±55,6	361,1±138,9	240,7±139,8
	D	18,5±32,1	74,1±64,2	83,3±27,8	296,3±84,9	-	-	18,5±32,1	27,8±27,8	55,6±0	463±32,1
Cerithiopsis sp. 2	A	37±64,2	222,2±166,7	129,6±64,2	722,2±222,2	55,6±55,6	55,6±55,6	-	305,6±250	166,7±0	37±32,1
	D	18,5±32,1	148,1±160,4	27,8±27,8	463±210,3	-	-	-	55,6±55,6	-	111,1±111,1
Cerithiopsis sp. 3	A	27,8±27,8	129,6±115,6	-	18,5±32,1	37±64,2	55,6±55,6	37±64,2	166,7±0	27,8±27,8	-
	D	18,5±32,1	55,6±55,6	55,6±55,6	74,1±84,9	-	18,5±32,1	-	-	37±64,2	481,5±334,9
Cerithiopsis sp. 4	A	27,8±27,8	296,3±325,5	74,1±32,1	166,7±55,6	92,6±115,6	37±32,1	-	250±27,8	166,7±55,6	55,6±55,6
	D	37±32,1	111,1±147	55,6±55,6	166,7±96,2	-	-	18,5±32,1	27,8±27,8	37±64,2	129,6±32,1
Cerithiopsis sp. 5	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	27,8±27,8	55,6±55,6	-
	D	18,5±32,1	18,5±32,1	-	18,5±32,1	-	-	-	55,6±55,6	18,5±32,1	37±32,1

Cerithiopsis sp. 6	A	111,1±111,1	185,2±84,9	277,8±294	416,7±138,9	-	92,6±115,6	-	-	166,7±0	74,1±84,9
	D	74,1±64,2	55,6±96,2	111,1±55,6	185,2±64,2	-	-	55,6±96,2	27,8±27,8	55,6±0	407,4±210,3
Cerithiopsis spp	A	222,2±55,6	703,7±64,2	555,6±254,6	888,9±0	351,9±417	481,5±195,1	203,7±84,9	472,2±472,2	1055,6±444,4	259,3±256,6
	D	92,6±32,1	259,3±315,9	583,3±27,8	537±195,1	37±32,1	27,8±27,8	74,1±64,2	111,1±111,1	92,6±32,1	963±369,9
Seila adamsii(H. C. Lea, 1845)	A	-	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	18,5±32,1	-	37±32,1	-	-	-	-	-	-
Columbellidae											
Astyris lunata (Say, 1826)	A	555,6±111,1	722,2±419,4	814,8±545,3	1305,6±194,4	370,4±224,5	648,1±339,5	333,3±166,7	1.194,4±527,8	1222,2±222,2	500±96,2
	D	259,3±64,2	481,5±401,9	555,6±166,7	1296,3±609,4	111,1±111,1	27,8±27,8	92,6±32,1	2.388,9±1111,1	185,2±84,9	592,6±449,1
Costoanachis sertulariarum(d'Orbigny, 1839)	A	-	-	55,6±55,6	250±83,3	-	18,5±32,1	-	138,9±138,9	83,3±83,3	-
	D	-	37±32,1	-	92,6±64,2	-	-	-	27,8±27,8	-	74,1±128,3
Costoanachis sparsa (Reeve, 1859)	A	250±83,3	277,8±242,2	463±262,5	1.222,2±55,6	314,8±279,6	463±334,9	111,1±55,6	1.000±666,7	1.194,4±138,9	148,1±64,2
	D	240,7±64,2	259,3±210,3	416,7±83,3	1.351,9±357,2	92,6±115,6	18,5±32,1	74,1±84,9	583,3±27,8	203,7±169,7	981,5±378,2
Mokumea albovittata (Lopes, Coelho & Cardoso, 1965)	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parvanachis obesa (C. B. Adams, 1845)	A	750±305,6	981,5±64,2	1.796,3±778,4	3.777,8±277,8	1.111,1±400,6	1.296,3±559,2	611,1±96,2	7.583,3±3.583,3	3.500±277,8	703,7±716,5
	D	685,2±262,5	740,7±672	1.694,4±305,6	3.796,3±1.092	185,2±195,1	231,5±142,5	259,3±84,9	5.027,8±83,3	370,4±195,1	2.000±709,3
Cylichnidae											
Acteocina lepta Woodring, 1928	A	-	-	55,6±96,2	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	-	18,5±32,1
	D	-	-	27,8±27,8	-	37±64,2	-	-	27,8±27,8	-	-
Acteocina sp.	A	83,3±83,3	129,6±115,6	92,6±84,9	194,4±27,8	92,6±32,1	240,7±224,5	37±32,1	166,7±55,6	305,6±27,8	129,6±64,2
	D	92,6±64,2	111,1±147	222,2±55,6	407,4±64,2	55,6±55,6	27,8±27,8	37±32,1	416,7±250	74,1±32,1	203,7±160,4
Elachisinidae											
Elachisina floridana (Rehder, 1943)	A	-	-	37±64,2	27,8±27,8	-	-	-	18,5±32,1	-	18,5±32,1
	D	-	18,5±32,1	55,6±55,6	-	-	-	-	111,1±0	-	18,5±32,1
Eulimidae											
Eulima bifasciata d'Orbigny, 1841	A	-	-	18,5±32,1	27,8±27,8	-	18,5±32,1	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	18,5±32,1	-	55,6±96,2	-	-	-	-	-	-
Eulima breviuscula Dunker, 1875	A	55,6±0	92,6±64,2	92,6±84,9	111,1±0	74,1±84,9	74,1±84,9	-	55,6±55,6	55,6±0	18,5±32,1
	D	18,5±32,1	92,6±64,2	55,6±0	92,6±115,6	-	-	-	138,9±83,3	18,5±32,1	74,1±64,2
Vitreolina arcuata (C. B. Adams, 1850)	A	138,9±27,8	314,8±224,5	351,9±84,9	111,1±55,6	92,6±64,2	222,2±254,6	92,6±32,1	111,1±55,6	333,3±111,1	74,1±32,1
	D	-	-	-	148,1±32,1	-	-	-	-	-	37±64,2
Vitreolina incurva (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1883)	A	-	-	37±64,2	-	-	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1
	D	129,6±84,9	111,1±96,2	111,1±0	351,9±64,2	55,6±55,6	-	55,6±96,2	666,7±111,1	18,5±32,1	203,7±115,6

Oceanida faberi De Jong & Coomans, 1988	A	-	37±32,1	18,5±32,1	55,6±0	-	-	-	-	55,6±0	18,5±32,1
	D	37±32,1	-	-	74,1±32,1	-	-	-	-	-	-
Epitoniidae											
*Epitonium*sp. 1	A	-	18,5±32,1	18,5±32,1	138,9±27,8	18,5±32,1	37±64,2	-	55,6±55,6	83,3±83,3	-
	D	-	37±32,1	-	92,6±84,9	-	-	18,5±32,1	83,3±27,8	-	37±32,1
Litiopidae											
Alaba incerta	A	472,2±250	1.000±433,9	1.037±556,5	1.111,1±111,1	537±401,9	555,6±254,6	111,1±55,6	583,3±305,6	888,9±222,2	574,1±472,5
	D	500±242,2	703,7±834	1.138,9±27,8	2.425,9±578,2	640,2±544,2	55,6±55,6	166,7±55,6	638,9±250	370,4±178,6	629,6±231,3
Mangellidae											
Brachycythara biconica (C. B. Adams, 1850)	A	55,6±55,6	-	18,5±32,1	27,8±27,8	-	-	-	83,3±27,8	27,8±27,8	37±64,2
	D	-	18,5±32,1	55,6±0	148,1±128,3	-	-	37±64,2	55,6±0	-	92,6±64,2
Heterocithara seriliola Hedley, 1922	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
Pyrgocythara sp.	A	27,8±27,8	18,5±32,1	37±64,2	83,3±83,3	-	-	-	166,7±0	27,8±27,8	-
	D	18,5±32,1	-	55,6±55,6	18,5±32,1	-	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1	37±32,1
Marginellidae											
Granulina ovuliformis (d'Orbigny, 1842)	A	83,3±27,8	148,1±84,9	111,1±55,6	500±55,6	55,6±96,2	129,6±84,9	18,5±32,1	111,1±111,1	361,1±27,8	92,6±84,9
	D	18,5±32,1	74,1±64,2	111,1±0	388,9±200,3	37±64,2	27,8±27,8	37±32,1	83,3±27,8	18,5±32,1	425,9±84,9
Granulina sp.	A	-	-	-	111,1±0	-	-	-	83,3±83,3	-	-
	D	-	-	55,6±55,6	-	-	-	-	-	-	-
Volvarina sp.	A	27,8±27,8	18,5±32,1	55,6±55,6	55,6±55,6	55,6±96,2	-	-	500±500	138,9±83,3	37±32,1
	D	18,5±32,1	18,5±32,1	-	92,6±84,9	18,5±32,1	-	-	305,6±250	-	-
Mathildidae											
Mathilda gemmulata Semper, 1865	A	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
Muricidae											
Aspella sp.	A	-	-	18,5±32,1	27,8±27,8	-	-	-	27,8±27,8	27,8±27,8	-
	D	18,5±32,1	-	-	37±32,1	-	-	-	-	-	18,5±32,1
Olivellidae											
Olivella puelcha(Duclos, 1835)	A	-	-	-	-	-	-	-	83,3±83,3	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-
Olivella minuta (Link, 1807)	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	55,6±55,6	-	-

Pisaniidae											
Engina turbinella (Kiener, 1836)	A	27,8±27,8	74,1±84,9	18,5±32,1	388,9±55,6	-	18,5±32,1	-	1.222,2±611,1	222,2±0	37±64,2
	D	-	18,5±32,1	27,8±27,8	203,7±195,1	37±64,2	-	-	333,3±166,7	-	55,6±96,2
Gemophos tinctus (Conrad, 1846)	A	83,3±27,8	37±32,1	92,6±32,1	416,7±27,8	18,5±32,1	-	18,5±32,1	722,2±333,3	305,6±138,9	111,1±96,2
	D	37±32,1	129,6±224,5	55,6±55,6	240,7±128,3	18,5±32,1	27,8±27,8	-	388,9±166,7	18,5±32,1	203,7±128,3
Phasilinedae											
Eulithidium affine (C. B. Adams, 1850)	A	9.750±2.138,9	16.796,3±3.219,5	16.537±7.806	36.777,8±944,4	9.018,5±5.459,8	12.463±6.462	5.185,2±2.194,5	49.583,3±25.583,3	22.611,1±7.611,1	8.777,8±5.244,3
	D	8.407,4±1.648,4	10.944,4±7.649,9	14.222,2±1.944,4	45.055,6±13.885,9	2.684,3±873	1.583,3±472,2	2.740,7±1.157,8	38.805,6±3.583,3	5.925,9±2.554,5	24.333,3±4.168,1
Eulithidium bellum (M. Smith, 1937)	A	2.388,9±722,2	5.129,6±3.261,4	4.925,9±3.589,4	10.861,1±2.138,9	2.500±1.895,4	2.814,8±1.365,7	685,2±339,5	13.027,8±5.805,6	7.166,7±777,8	4.814,8±4.107,5
	D	1.759,3±320,8	3.296,3±3.531,7	5.138,9±916,7	12.629,6±2.989,9	570,3±424,7	222,2±111,1	648,1±449,1	5.055,6±277,8	1.833,3±1.382,2	5.092,6±643,9
Eulithidium thalassicola (R. Robertson, 1958)	A	138,9±83,3	37±64,2	333,3±433,9	750±250	314,8±285,1	92,6±84,9	92,6±115,6	2.694,4±416,7	611,1±0	129,6±84,9
	D	370,4±325,5	203,7±210,3	166,7±55,6	703,7±369,9	111,1±111,1	-	-	1.472,2±138,9	74,1±84,9	203,7±178,6
Pseudomelatomidae											
Crassispira sp.	A	27,8±27,8	-	-	55,6±55,6	-	-	-	472,2±416,7	-	18,5±32,1
	D	-	-	-	-	-	-	-	138,9±83,3	18,5±32,1	92,6±64,2
Pilsbryspira albocincta (Adams, 1845)	A	-	-	18,5±32,1	111,1±111,1	-	18,5±32,1	-	194,4±194,4	27,8±27,8	18,5±32,1
	D	-	-	-	55,6±96,2	-	-	-	83,3±83,3	-	-
Pilsbryspira leucocyma (Dall, 1884)	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	27,8±27,8	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	27,8±27,8	-	-
Pilsbryspira sp.	A	27,8±27,8	74,1±32,1	55,6±55,6	27,8±27,8	18,5±32,1	37±32,1	-	527,8±361,1	194,4±138,9	92,6±115,6
	D	37±64,2	18,5±32,1	55,6±0	129,6±84,9	-	-	-	250±83,3	18,5±32,1	74,1±128,3
Pyramidellidae											
Boonea jadisi (Olsson & McGinty, 1958)	A	305,6±138,9	518,5±84,9	981,5±409,5	1.305,6±83,3	314,8±250,5	240,7±274	37±32,1	1.250±805,6	1.416,7±27,8	981,5±694,6
	D	203,7±64,2	314,8±452,5	611,1±166,7	1.611,1±388,9	-	-	92,6±84,9	222,2±55,6	259,3±250,5	740,7±699,1
Chrysallida gemmulosa (C. B. Adams, 1850)	A	-	18,5±32,1	18,5±32,1	250±250	18,5±32,1	55,6±96,2	-	222,2±111,1	111,1±55,6	-
	D	18,5±32,1	74,1±84,9	27,8±27,8	129,6±84,9	-	-	18,5±32,1	55,6±0	-	37±32,1
Eulimastoma canalicatum (C.B. Adams, 1850)	A	861,1±138,9	1.981,5±891,2	1.296,3±861,3	1.694,4±138,9	963±516,2	1.166,7±530	259,3±64,2	277,8±277,8	1.611,1±611,1	1.018,5±479
	D	888,9±242,2	1.500±1.881,5	1.416,7±138,9	3.574,1±390,2	74,1±128,3	27,8±27,8	277,8±147	83,3±83,3	574,1±369,9	1.074,1±1212,5
Eulimella sp. 1	A	55,6±55,6	129,6±139,8	129,6±115,6	111,1±111,1	111,1±55,6	74,1±32,1	18,5±32,1	83,3±83,3	27,8±27,8	37±32,1
	D	166,7±0	185,2±320,8	83,3±27,8	222,2±55,6	62,9±66,9	-	55,6±55,6	83,3±83,3	74,1±64,2	55,6±96,2
Egila virginiae van Regteren Altena, 1975	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	18,5±32,1	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-
Fargoa bushiana (Bartsch, 1909)	A	861,1±305,6	1.555,6±696,1	1.481,5±886	3.638,9±805,6	796,3±578,2	370,4±306	370,4±424,3	1.611,1±722,2	1.750±138,9	1.074,1±725,1
	D	740,7±231,3	925,9±981,8	1.638,9±361,1	4.314,8±1529,9	229,6±100,3	27,8±27,8	203,7±139,8	194,4±138,9	648,1±178,6	2.296,3±539,6

Fargoa dianthophila (Wells & Wells, 1961)	A	2.277,8±777,8	4.314,8±1.940,3	4.314,8±2.826	7.944,4±1.833,3	2.537±1.749,7	2.055,6±1.387,3	777,8±668,3	7.361,1±3.416,7	5.777,8±1.055,6	3.370,4±2.195,4
	D	2.444,4±991,4	3.222,2±3.963,8	4.000±777,8	10.777,8±3.064,5	477,7±406,6	55,6±55,6	648,1±459,3	2.611,1±777,8	1.666,7±1.012,2	4.574,1±2.950,5
Folinella excavata (Phillippi, 1836)	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	37±64,2	-	18,5±32,1	37±64,2	-	-	-	-	-
Ividia havanensis (Pilsbry & Aguayo, 1933)	A	611,1±388,9	1.055,6±400,6	740,7±339,5	916,7±27,8	185,2±139,8	407,4±339,5	111,1±55,6	583,3±250	916,7±27,8	296,3±32,1
	D	333,3±147	296,3±274	500±277,8	1.500±493,8	55,6±55,6	-	18,5±32,1	194,4±27,8	203,7±160,4	666,7±346,9
Miralda robertsoni Altena, 1975	A	222,2±0	388,9±294	222,2±55,6	638,9±27,8	166,7±55,6	240,7±115,6	92,6±64,2	55,6±0	833,3±55,6	370,4±224,5
	D	166,7±147	166,7±192,5	388,9±111,1	1000±563,8	18,5±32,1	-	37±64,2	194,4±83,3	222,2±147	388,9±192,5
Pyrgulina stefanisi (Jeffreys, 1869)	A	27,8±27,8	18,5±32,1	55,6±55,6	27,8±27,8	92,6±84,9	18,5±32,1	-	-	-	37±32,1
	D	37±64,2	-	83,3±83,3	92,6±32,1	-	-	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1
*Odostomia dyma*van Aartsen & Corgan, 1996	A	250±138,9	314,8±32,1	333,3±147	1.027,8±194,4	648,1±931,8	425,9±643,9	-	166,7±166,7	777,8±55,6	555,6±200,3
	D	185,2±84,9	333,3±577,4	444,4±55,6	1.166,7±433,9	-	-	-	27,8±27,8	259,3±139,8	759,3±262,5
Odostomia laevigata (d'Orbigny, 1841)	A	83,3±83,3	37±64,2	18,5±32,1	277,8±0	55,6±55,6	37±64,2	-	305,6±305,6	27,8±27,8	18,5±32,1
	D	-	37±64,2	222,2±111,1	74,1±128,3	-	27,8±27,8	-	166,7±111,1	-	55,6±55,6
Oscilla somersi (Verrill & Bush, 1900)	A	-	-	18,5±32,1	83,3±27,8	-	-	-	-	55,6±55,6	55,6±55,6
	D	-	-	27,8±27,8	92,6±115,6	-	-	-	83,3±27,8	-	37±32,1
Trabecula krumpermani Jong & Coomans, 1988	A	27,8±27,8	92,6±64,2	129,6±84,9	388,9±55,6	55,6±55,6	-	-	138,9±138,9	250±27,8	92,6±115,6
	D	203,7±169,7	129,6±224,5	111,1±55,6	351,9±84,9	-	-	37±64,2	55,6±55,6	55,6±0	185,2±32,1
Turbonilla abrupta Bush, 1899	A	750±361,1	1500±580	1.425,9±401,9	2.916,7±194,4	74,1±128,3	463±472,5	55,6±55,6	944,4±944,4	1.805,6±861,1	1.092,6±722,9
	D	388,9±147	925,9±1415,7	777,8±166,7	3.555,6±1262	74,1±128,3	-	55,6±55,6	472,2±83,3	574,1±352,8	1.351,9±285,1
Turbonilla multicostata (C. B. Adams, 1850)	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-
Turbonilla brasiliensis Clessin, 1902	A	55,6±55,6	296,3±250,5	444,4±200,3	1.083,3±138,9	148,1±160,4	333,3±333,3	18,5±32,1	472,2±138,9	1.444,4±388,9	500±277,8
	D	166,7±55,6	92,6±115,6	166,7±111,1	1.000±585,3	81,4±71,4	-	37±32,1	111,1±55,6	203,7±84,9	851,9±485,4
Turbonilla pupoides (d'Orbigny, 1841)	A	-	-	-	27,8±27,8	-	-	-	-	-	-
	D	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbonilla sp. 1	A	83,3±83,3	129,6±128,3	74,1±84,9	361,1±83,3	55,6±55,6	37±32,1	-	388,9±222,2	138,9±27,8	55,6±55,6
	D	55,6±0	129,6±139,8	138,9±27,8	351,9±84,9	-	-	18,5±32,1	55,6±55,6	55,6±55,6	166,7±0
Turbonilla sp. 2	A	-	-	-	27,8±27,8	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-
RHIZORIDAE											
Volvulella persimilis (Mörch, 1875)	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-

RISSOINIDAE											
Alvania auberiana (d'Orbigny, 1842)	A	55,6±55,6	55,6±0	92,6±64,2	138,9±83,3	92,6±64,2	55,6±55,6	37±64,2	138,9±83,3	83,3±27,8	18,5±32,1
	D	92,6±84,9	37±32,1	-	333,3±309,3	18,5±32,1	-	18,5±32,1	37±64,2	92,6±115,6	74,1±32,1
SCALIOLIDAE											
Finella dubia (d'Orbigny, 1840)	A	-	-	-	55,6±0	-	-	18,5±32,1	55,6±55,6	-	37±32,1
	D	-	-	-	37±32,1	-	-	-	-	-	18,5±32,1
SCISSURELLIDAE											
Scissurella sp. 1	A	-	-	-	-	-	55,6±55,6	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	55,6±55,6	-	-
SKENEIDAE											
Lodderena ornata (Olsson & McGinty, 1958)	A	416,7±305,6	277,8±55,6	148,1±169,7	111,1±55,6	37±64,2	314,8±497,9	92,6±160,4	18,5±32,1	527,8±194,4	111,1±96,2
	D	18,5±32,1	129,6±224,5	277,8±55,6	92,6±115,6	18,5±32,1	27,8±27,8	37±32,1	-	351,9±306	18,5±32,1
TEGULIDAE											
Tegula viridula (Gmelin, 1791)	A	166,7±166,7	259,3±210,3	259,3±210,3	638,9±83,3	240,7±274	129,6±64,2	92,6±32,1	2833,3±1500	750±138,9	148,1±160,4
	D	240,7±139,8	148,1±210,3	222,2±0	500±242,2	37±32,1	-	37±32,1	916,7±27,8	148,1±139,8	185,2±139,8
TORNIDAE											
Cyclostremiscus schrammi (Fisher, 1857)	A	472,2±250	1092,6±790,2	740,7±139,8	1000±111,1	444,4±242,2	574,1±256,6	111,1±55,6	166,7±55,6	1666,7±555,6	574,1±352,8
	D	537±115,6	351,9±231,3	888,9±111,1		162,8±89,6	-	74,1±84,9	166,7±55,6	166,7±166,7	481,5±210,3
Cyclostremiscus sp. 1	A	83,3±27,8	259,3±115,6	148,1±64,2	1.907,4±306	166,7±96,2	111,1±55,6	222,2±96,2	194,4±194,4	555,6±55,6	166,7±96,2
	D	37±32,1	74,1±32,1	55,6±0	296,3±178,6	18,5±32,1	83,3±83,3	129,6±115,6	1083,3±250	74,1±32,1	296,3±115,6
Lophocochlias minutissimus (Pilsbry, 1921)	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	18,5±32,1
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parviturbo sp. 1	A	-	18,5±32,1	92,6±64,2	555,6±111,1	18,5±32,1	18,5±32,1	-	805,6±805,6	194,4±83,3	92,6±160,4
	D	-	129,6±115,6	138,9±83,3	351,9±169,7	18,5±32,1	55,6±55,6	-	611,1±55,6	37±32,1	92,6±32,1
Parviturboides interruptus (C. B. Adams, 1850)	A	9.472,2±2.138,9	1.5222,2±4.328	14.074,1±8.204,2	14.805,6±4.138,9	7.703,7±4.548,2	9.870,4±5.391,3	3.666,7±1.441,2	1.750±1.638,9	19.888,9±3.444,4	6.611,1±3.109,6
	D	6.333,3±1.982,2	6.963±6.865	10.972,2±194,4	24.074,1±4.446,6	2.547,6±1.945,5	750±583,3	2.148,1±1.463,9	8.222,2±3.000	4.925,9±2.149	11.796,3±2.006,4
Solariorbis infracarinatus (Gabb, 1881)	A	166,7±111,1	277,8±0	351,9±115,6	638,9±194,4	111,1±111,1	148,1±32,1	92,6±32,1	83,3±27,8	666,7±166,7	166,7±96,2
	D	129,6±84,9	185,2±139,8	361,1±27,8	833,3±277,8	-	27,8±27,8	74,1±128,3	138,9±83,3	148,1±32,1	425,9±115,6
Teinostoma biscaynense Pilsbry & McGinty, 1945	A	55,6±55,6	18,5±32,1	111,1±111,1	83,3±27,8	55,6±55,6	37±64,2	18,5±32,1	18,5±32,1	111,1±55,6	37±64,2
	D	92,6±84,9	55,6±96,2	55,6±55,6	74,1±32,1	-	-	-	250±27,8	-	18,5±32,1
Teinostoma sp. 1	A	83,3±27,8	92,6±64,2	240,7±139,8	83,3±27,8	74,1±84,9	129,6±64,2	18,5±32,1	-	194,4±83,3	92,6±32,1
	D	37±64,2	55,6±96,2	166,7±55,6	166,7±96,2	37±32,1	-	18,5±32,1	277,8±166,7	55,6±0	55,6±55,6

TRIPHORIDAE											
Coriophora novem (Nowell-Usticke, 1969)	A	27,8±27,8	148,1±84,9	37±64,2	333,3±55,6	37±64,2	55,6±96,2	-	277,8±111,1	305,6±194,4	55,6±55,6
	D	37±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	148,1±64,2	18,5±32,1	-	-	55,6±55,6	-	166,7±55,6
Iniforis turristhomae (Holten, 1802)	A	55,6±55,6	92,6±115,6	111,1±0	194,4±83,3	18,5±32,1	55,6±55,6	18,5±32,1	194,4±27,8	138,9±83,3	92,6±84,9
	D	37±64,2	74,1±84,9	27,8±27,8	240,7±128,3	-	-	-	55,6±0	37±32,1	129,6±32,1
Nanaphora verbenei (Moolenbeek & Faber, 1989)	A	-	-	-	-	-	-	-	-	55,6±55,6	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marshallora sp.	A	138,9±27,8	185,2±115,6	314,8±195,1	250±27,8	18,5±32,1	129,6±32,1	18,5±32,1	166,7±166,7	361,1±250	111,1±111,1
	D	74,1±128,3	92,6±160,4	83,3±27,8	407,4±115,6	-	-	-	83,3±27,8	55,6±96,2	203,7±84,9
Triphora sp.	A	-	-	-	27,8±27,8	-	-	-	55,6±55,6	27,8±27,8	-
	D	37±64,2	-	27,8±27,8	18,5±32,1	-	-	-	27,8±27,8	-	-
Metaxia excelsa Faber & Moolenbeek, 1991	A	-	18,5±32,1	-	-	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	55,6±55,6	-	-
TRIVIDAE											
Niveria quadripunctata (J.E. Gray, 1827)	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TURBINIDAE											
Astraea sp. 1	A	250±138,9	277,8±294	370,4±315,9	194,4±194,4	240,7±250,5	185,2±32,1	92,6±32,1	74,1±128,3	444,4±55,6	185,2±128,3
	D	222,2±0	370,4±262,5	277,8±166,7	537±169,7	37±32,1	-	55,6±55,6	-	259,3±279,6	148,1±115,6
VITRINELLIDAE											
Circulus semisculptus (Olsson & McGinty, 1958)	A	-	-	-	27,8±27,8	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZEBINIDAE											
Schwartziella catesbyana (d'Orbigny, 1842)	A	4.638,9±1.638,9	6.740,7±1.501,4	9.037±3.377,6	34.333,3±2.277,8	3.574,1±2.313,6	4.333,3±2.257,4	703,7±631,8	36.157,4±35.639,8	17.166,7±4.500	5.463±2.448,4
	D	3.444,4±1.527,5	4.944,4±5.608,6	7.194,4±694,4	21.018,5±6.354,1	996,2±728	138,9±138,9	796,3±472,5	6.796,3±978,7	2.333,3±1.166,7	11.592,6±2.641,3
Stosicia aberrans (C. B. Adams, 1850)	A	444,4±55,6	907,4±562	851,9±378,2	1.972,2±472,2	351,9±32,1	240,7±139,8	74,1±84,9	6.777,8±4166,7	1.777,8±166,7	981,5±609,4
	D	296,3±178,6	574,1±707,8	916,7±83,3	2.000±673,6	55,6±55,6	-	55,6±96,2	888,9±55,6	555,6±192,5	1.907,4±570,2
MORFOTIPOS											
Juvenis de gastrópodes não identificados	A	250±27,8	240,7±274	351,9±274	222,2±55,6	111,1±55,6	166,7±96,2	166,7±147	83,3±83,3	194,4±83,3	148,1±32,1
	D	55,6±55,6	148,1±256,6	305,6±27,8	370,4±178,6	-	-	37±64,2	444,4±111,1	166,7±96,2	240,7±115,6
Gastropoda sp. 1	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	83,3±27,8	-	55,6±96,2
	D	-	-	-	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-
Gastropoda sp. 2	A	37±64,2	129,6±115,6	37±32,1	55,6±0	111,1±147	129,6±115,6	37±64,2	-	27,8±27,8	55,6±55,6
	D	37±32,1	37±64,2	-	92,6±32,1	-	27,8±27,8	18,5±32,1	333,3±55,6	18,5±32,1	37±64,2

Gastropoda sp. 3	A	-	-	18,5±32,1	-	-	18,5±32,1	-	-	-	37±32,1
	D	18,5±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	55,6±55,6	-	-	18,5±32,1	-	18,5±32,1	37±32,1
Gastropoda sp. 4	A	-	-	37±64,2	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-
	D	-	18,5±32,1	27,8±27,8	18,5±32,1	-	-	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1
Gastropoda sp. 5	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 6	A	-	-	-	-	-	-	-	138,9±27,8	-	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	55,6±55,6	-	-
Gastropoda sp. 7	A	-	18,5±32,1	-	27,8±27,8	-	-	18,5±32,1	138,9±27,8	-	-
	D	-	18,5±32,1	27,8±27,8	-	-	-	-	138,9±27,8	-	37±32,1
Gastropoda sp. 8	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 9	A	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 10	A	27,8±27,8	-	-	-	-	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	-	27,8±27,8	37±64,2	81,4±71,4	55,6±55,6	18,5±32,1	-	37±32,1	55,6±55,6
Gastropoda sp. 11	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	18,5±32,1	83,3±27,8	27,8±27,8	18,5±32,1
	D	-	18,5±32,1	-	18,5±32,1	-	-	-	277,8±55,6	18,5±32,1	37±32,1
Gastropoda sp. 12	A	-	-	-	-	-	-	-	55,6±55,6	-	-
	D	-	-	-	37±64,2	18,5±32,1	-	-	-	-	55,6±96,2
Gastropoda sp. 13	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5±32,1
Gastropoda sp. 14	A	83,3±27,8	129,6±115,6	74,1±32,1	111,1±0	55,6±96,2	-	18,5±32,1	-	138,9±83,3	-
	D	148,1±84,9	18,5±32,1	250±194,4	74,1±84,9	-	-	-	138,9±27,8	18,5±32,1	296,3±195,1
Gastropoda sp. 15	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 16	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 17	A	83,3±83,3	37±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	18,5±32,1	-	-	-	-	37±32,1
	D	18,5±32,1	18,5±32,1	-	37±64,2	-	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1	-
Gastropoda sp. 18	A	222,2±111,1	203,7±139,8	185,2±195,1	166,7±55,6	240,7±84,9	351,9±128,3	129,6±115,6	-	416,7±138,9	92,6±84,9
	D	129,6±64,2	129,6±139,8	111,1±0	185,2±32,1	99,9±40	55,6±55,6	74,1±64,2	222,2±166,7	240,7±169,7	148,1±84,9
Gastropoda sp. 19	A	-	-	18,5±32,1	138,9±83,3	-	-	-	194,4±194,4	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	92,6±115,6

Gastropoda sp. 20	A	-	18,5±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	-	-	-	-	-	18,5±32,1
	D	37±64,2	18,5±32,1	27,8±27,8	37±64,2	-	-	-	27,8±27,8	18,5±32,1	55,6±96,2
Gastropoda sp. 21	A	-	74,1±128,3	148,1±139,8	222,2±55,6	18,5±32,1	18,5±32,1	18,5±32,1	166,7±166,7	305,6±27,8	111,1±55,6
	D	-	18,5±32,1	-	333,3±147	-	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1	314,8±231,3
Gastropoda sp. 22	A	-	37±64,2	74,1±64,2	27,8±27,8	-	-	-	-	55,6±55,6	37±64,2
	D	37±64,2	-	-	55,6±96,2	18,5±32,1	-	-	-	37±64,2	129,6±178,6
Gastropoda sp. 23	A	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 24	A	-	37±32,1	-	-	-	18,5±32,1	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	55,6±0	-	-
Gastropoda sp. 25	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	27,8±27,8	-	-
Gastropoda sp. 26	A	944,4±388,9	444,4±294	907,4±357,2	2.083,3±305,6	444,4±388,9	870,4±861,3	185,2±274	2.138,9±1.361,1	750±416,7	851,9±1198,4
	D	166,7±147	629,6±556,5	611,1±222,2	2.000±693,9	351,9±361,5	-	166,7±166,7	1.527,8±27,8	518,5±274	703,7±32,1
Gastropoda sp. 27	A	55,6±55,6	74,1±84,9	74,1±64,2	166,7±55,6	18,5±32,1	18,5±32,1	-	83,3±83,3	194,4±27,8	18,5±32,1
	D	37±32,1	37±64,2	55,6±55,6	74,1±32,1	-	-	-	111,1±111,1	18,5±32,1	129,6±115,6
Gastropoda sp. 28	A	55,6±0	129,6±128,3	74,1±32,1	222,2±0	18,5±32,1	37±64,2	-	-	55,6±55,6	92,6±84,9
	D	-	166,7±200,3	-	203,7±84,9	18,5±32,1	-	37±64,2	27,8±27,8	18,5±32,1	37±64,2
Gastropoda sp. 29	A	27,8±27,8	37±32,1	-	-	18,5±32,1	18,5±32,1	-	-	27,8±27,8	-
	D	-	-	55,6±55,6	55,6±55,6	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 30	A	-	-	18,5±32,1	27,8±27,8	18,5±32,1	18,5±32,1	18,5±32,1	-	55,6±0	-
	D	18,5±32,1	18,5±32,1	27,8±27,8	74,1±84,9	-	-	-	18,5±32,1	-	18,5±32,1
Gastropoda sp. 31	A	-	37±64,2	129,6±32,1	-	-	37±64,2	18,5±32,1	27,8±27,8	27,8±27,8	18,5±32,1
	D	-	-	27,8±27,8	37±64,2	-	-	-	27,8±27,8	-	55,6±55,6
Gastropoda sp. 32	A	-	18,5±32,1	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	55,6±55,6	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp. 33	A	-	37±64,2	-	83,3±27,8	18,5±32,1	-	-	-	138,9±27,8	55,6±55,6
	D	18,5±32,1	74,1±128,3	27,8±27,8	259,3±115,6	-	-	37±64,2	-	18,5±32,1	74,1±64,2
Gastropoda sp. 34	A	-	-	-	83,3±27,8	74,1±84,9	-	-	111,1±111,1	55,6±0	55,6±55,6
	D	55,6±96,2	55,6±96,2	55,6±55,6	111,1±96,2	18,5±32,1	27,8±27,8	-	55,6±55,6	18,5±32,1	-
Gastropoda sp. 35	A	-	55,6±55,6	74,1±84,9	138,9±83,3	-	18,5±32,1	-	55,6±55,6	55,6±55,6	18,5±32,1
	D	-	-	27,8±27,8	129,6±115,6	-	-	18,5±32,1	-	18,5±32,1	37±32,1

9. ANEXOS

Anexo 1 – Autorização do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade).

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59897-1	Data da Emissão: 05/09/2017 11:42	Data para Revalidação*: 05/10/2018

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Laís Gumier Schimith	CPF: 084.079.296-46
Título do Projeto: Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

SISBIO

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de material biológico (fauna) e de sedimento	11/2017	10/2018

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio n° 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen.
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Ivânia Cléa Santos de França Silva	Auxiliar na coleta	107.161.584-00	3823898 Ssp-PB	Brasileira
2	ANA LUISA ARAUJO DE AMORIM	Auxiliar na coleta	096.525.764-92	3471104 SSP-PB	Brasileira
3	João Paulo de Lima Silva	Auxiliar na coleta	103.503.124-86	3804486 SSDS-PB	Brasileira
4	Miodeli Nogueira Júnior	Realizar orientações e auxiliar na coleta	007.785.159-58	66194400 ID-PR	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	JOAO PESSOA	PB	Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV)	Fora de UC Federal

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 78559999

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59897-1	Data da Emissão: 05/09/2017 11:42	Data para Revalidação*: 05/10/2018

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Laís Gumier Schimith	CPF: 084.079.296-46
Título do Projeto: Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

SISBIO

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Mollusca (*Qtde: 150), Echinodermata (*Qtde: 50), Annelida (*Qtde: 300), Brachiopoda (*Qtde: 100), Malacostraca (*Qtde: 100), Nematoda (*Qtde: 150), Maxillopoda (*Qtde: 100), Tardigrada (*Qtde: 100)

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Invertebrados)	Outros petrechos(tubo de PVC)
2	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Outros petrechos(tubo de PVC)

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	coleção

SISBIO

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 78559999

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59897-1	Data da Emissão: 05/09/2017 11:42	Data para Revalidação*: 05/10/2018

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Laís Gumier Schimith	CPF: 084.079.296-46
Título do Projeto: Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

SISBIO

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

SISBIO

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 78559999

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59897-1	Data da Emissão: 05/09/2017 11:42	Data para Revalidação*: 05/10/2018

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Laís Gumier Schimith	CPF: 084.079.296-46
Título do Projeto: Estrutura da comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

SISBIO

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

SISBIO

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 78559999

Anexo 2 - Autorização da SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente).

GOVERNO DA PARAÍBA

Governo do Estado da Paraíba
Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia
Superintendência de Administração do Meio Ambiente

SUDEMA

Unidades de Conservação Paraíba	**UC-PB**

AUTORIZAÇÃO Nº 005/Ano 2017/ CEA/SUDEMA.
Referente: Protocolo SUDEMA nº 6215/2017

João Pessoa, 18 de Outubro de 2017.

A Sua Senhoria
Laís Gumier Schimith
Mestranda/Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) – Universidade Federal da Paraíba – Campus I.
Cidade Universitária, s/n, Castelo Branco III, João Pessoa/PB, CEP: 58051-900

Prezada Pesquisadora,

Em atendimento à solicitação de autorização para a atividade de coleta de material biológico (fauna) e de sedimento, na Unidade de Conservação Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha - PEMAV, com o objetivo de cumprir etapas da elaboração do Projeto de Dissertação **Estrutura da Comunidade bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo (PB): Avaliação dos efeitos do turismo na macrofauna local** apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia (UFPB), declaramos que o pedido foi **DEFERIDO**.

Destacamos que tal autorização será válida para o período de 10/2017 a 04/2018, como solicitado. Passado este período, sua renovação poderá ser solicitada com antecedência de 30 (trinta) dias. Porém, faz-se necessária apresentação de um relatório contendo os resultados da citada pesquisa.

Dada à relevância do solicitado, estão autorizados a desenvolver atividades deste projeto, os seguintes pesquisadores:

Pesquisadores	**Formação/Função**	**Áreas**	**CPF OU RG**
Laís Gumier Schimith	Bióloga/ Pesquisadora	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 084.079.296-46
Miodeli Nogueira Júnior	Biólogo (Dr. Zoologia)/ Realizar orientações e auxiliar na coleta	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 007.785.159-58
Ana Luisa Araújo de Amorim	Bióloga / Auxiliar na coleta	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 096.525.764-92
Ivana Cléa Santos de França Silva	Bióloga/ Auxiliar na coleta	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 107.161.584-00

Av. Monsenhor Walfredo Leal, 181 – Tambiá – João Pessoa – PB – CEP 58.020-540
Fones: (83) 3218-5627/3218-5581 FAX (83) 3218-5580
CGC 08.329.849/0001-15 email ceasudemapb@gmail.com

João Paulo de Lima Silva	Biólogo/ Auxiliar na coleta	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 103.503.124-86
Sebastião Tilbert Ângelo da Silva	Biólogo/Colaborador	Material Biológico (fauna) e de sedimento	CPF: 013.832.554-58

Material a ser coletado:
Material biológico (fauna) e de sedimento.

Fica autorizada a pesquisa, devendo os pesquisadores, após a conclusão, disponibilizar os resultados obtidos e as subsequentes publicações que envolvam tais resultados, em mídia impressa e digital, à Coordenadoria de Estudos Ambientais (CEA).

No entanto, qualquer alteração da equipe técnica deverá ser informada a esta Coordenadoria para alteração da autorização de coleta.

Esta Autorização não dispensa a obrigatoriedade do pesquisador e sua equipe de portarem licença para coleta de material Biológico - Sisbio/ICMBio durante as coletas.

ESTA AUTORIZAÇÃO NÃO PERMITE

1. Coleta de material biológico não listados nesta autorização.
2. Coleta de material biológico por pesquisadores não listados nesta autorização.
3. Exportação de material biológico.

1. Condicionantes gerais

1.1. Válida somente sem emendas e/ou rasuras;

1.2. A SUDEMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização caso ocorra:
A) violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;

B) omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da autorização;

C) superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

1.3. A ocorrência de situações descritas nos itens "1.2.a)" e "1.2.b)" acima, sujeita os responsáveis, incluindo toda a equipe técnica, à aplicação de sanções previstas na legislação pertinente;

1.4. O pedido de renovação, caso necessário, deverá ser protocolado 30 (trinta) dias antes de expirar o prazo de validade desta autorização.

2. Condicionantes específicas

2.1. As atividades deverão ser informadas previamente (mínimo 15 dias de antecedência) à Coordenadoria de Estudos Ambientais.

2.2. Os seguintes procedimentos devem ser adotados durante a realização das atividades:

A) a coleta de material biológico só poderá ser realizada pela equipe técnica designada por esta autorização. Qualquer alteração na equipe deverá ser comunicada oficialmente a SUDEMA.

B) esta autorização só é válida para coleta de material que estejam identificados individualmente.

Atenciosamente,

JOÃO VICENTE MACHADO SOBRINHO
Diretor Superintendente

CRISTIANA LIMA CAVALCANTI
Diretora Técnica

SIMONE PORFIRIO DE SOUZA
Coordenadora de Estudos Ambientais

MARIA CHRISTINA VICENTE VASCONCELOS
Gestora da Unidade de Conservação - PEMAV