



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIAS
AMAZÔNICAS: MARUDÁ E SACAITEUA, MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

JOSÉ GERALDO MORAES VILHENA

Orientadora: Dr.^a Lucinice Ferreira Belúcio (UFPA/ICB)

BELÉM - PARÁ

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIAS
AMAZÔNICAS: MARUDÁ E SACAITEUA, MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

JOSÉ GERALDO MORAES VILHENA

Orientadora: Dr.^a Lucinice Ferreira Belúcio (UFPA/ICB)

BELÉM - PARÁ

2019

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

V711c Vilhena, José Geraldo Moraes
Caracterização e diversidade da macrofauna bentônica de praias
Amazônicas: Marudá e Sacaiteua, município de Marapanim, Pará /
José Geraldo Moraes Vilhena. — 2019.
xiv, 47 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Lucinice Ferreira Belúcio
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de
Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. Bentos. 2. Macrofauna . 3. Diversidade. 4. Entremarés. 5.
praias arenosas. I. Título.

CDD 577.77



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE PRAIAS
AMAZÔNICAS: MARUDÁ E SACAITEUA, MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PARÁ**

APRESENTADO POR:

JOSÉ GERALDO MORAES VILHENA

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Data de Aprovação: 19 /07/2019

Banca Examinadora:

Prof.^a Lucinice Belúcio – Orientadora
Dr.^a Teoria e Pesquisa do Comportamento (Ecoetologia)
– (UFPA)

Márcio Silva de Souza - Membro
Dr. Oceanografia Biológica – (FURG)

Prof.^a Sury Monteiro - Membro
Dr.^a Oceanografia – (UFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a instituição UFPA, que me deu condições justas de oportunidades para que eu pudesse conseguir meus objetivos na academia.

A faculdade de Oceanografia que tanto se esforçou para oferecer aos alunos, os serviços de campo, pedagógico desde a criação do Curso de Oceanografia.

A professora Dr.^a Lucinice Ferreira Belúcio, que aceitou esta orientação, pelo apoio e ensinamento ao longo desses meses, e sua coragem pra os encarar os desafios de mais uma coleta de campo num local de essências naturais, porém desafiador no qual jamais tinha estado antes, assim como a maioria de nós. Aqui vai um dos muito obrigado, Professora Dr.^a Luci Belúcio.

Aos membros examinadores, formada pela Dr.^a Sury Monteiro (professora e diretora da faculdade de Oceanografia), que ajudou na minha formação, além também de ter o instinto materno por todos os alunos, da mesma forma como ama e cuida da natureza em toda a sua plenitude; pelo Dr. Marcio Silva de Souza (Pós-doutor atuando na Universidade Federal do Rio Grande) e pela Dr.^a Clara Pantoja Ferreira, que apresentaram contribuições importantes para o texto final.

A minha família que não me deixou esquecer em nenhum momento que já estava na hora de me formar. rrsrs

Aos meus pais, que sempre me deram a principal coisa que um ser humano possa herdar, que é o caráter e a bondade

A minha namorada, parceira e mãe da minha filha Nense Isadora que ao lado dela me fazem muito feliz. Muito obrigado, Cryssia Romão por sempre estar ao meu lado, me dando força e puxões de orelha.

Ao diretor da Escola. Municipal. De Ensino. Fundamental. Enedina. Sampaio. Melo, Antonildo Rodrigues, que teve a sensibilidade de um gestor acadêmico, que preza pela educação e boa formação, me dando apoio necessário para que me mantivesse com o foco total neste trabalho.

Aos estagiários do Laboratório BIOAQUA: Oceanógrafas Giselle Veiga e Renê Silva, aos graduandos Danilo, Luana, Gessica, Érika, Enki)

As turmas de biologia 2018 e Oceanografia 2018, que forneceram as amostras para esse trabalho, além de contribuírem na minha última coleta.

Ao Laboratório Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros (GEMC), que sob supervisão do líder do grupo Dr. Maamar EL-Robrini e do Me. Augusto Mendes que colaboraram com as análises granulométricas.

Aos amigos que fiz durante o curso, com quem fiz amizade e que compartilhei de bons momentos ao longo desses anos (Oceanógrafos David Silva, Ítalo Ratz, Rodrigo, Rayssa Cardoso, Ian Vieira, Alisson Leite, Renata Medeiros, Dennys dos Anjos). Já Valeu a pena só de ter conhecido vocês.

“Do ano 2000 pra frente
Homens do passado pensando no futuro, vivendo no presente
Há três tipos de gente
Os que imaginam o que acontece
Os que não sabem o que acontece
E nós que faz acontecer....

Unidos a gente fica em pé
Dividido a gente cai
Quem falha cai...

Quem tá no erro sabe
Cocaína no avião da FAB....

Vê se me entende, o estudante aprende
O professor ensina
O verbo que fortalece como vitamina
Contamina, na nova velha escola
Como o vírus ebola”

rapper Black Alien 2000”

RESUMO

O bentos representa a biota dos organismos ligados ao fundo e de interface da água com materiais sólidos, constituídos de uma ampla variedade de filos. As praias da costa norte do Brasil estão sob a influência de regimes pluviométricos intensos e de águas estuarinas, que por sua vez devem condicionar as comunidades bióticas que nelas vivem. Este estudo faz parte de um projeto que visa levantar e caracterizar a fauna bêntica de praias do litoral do município de Marapanim (PA). Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento da macrofauna bêntica (>0,5 mm) de duas praias no município de Marapanim (PA). Para isso realizou-se coleta de sedimento na região entremarés em julho de 2018 (Marudá) e dezembro de 2018 (Sacaiteua), ambos sendo períodos de transição (chuvoso/seco e seco/chuvoso). Para obtenção das amostras, a demarcação espacial foi feita com base em transectos longitudinais a partir da linha de maré baixa até a linha de maré alta, sobre os quais foram distribuídas de quatro a seis estações de coleta, dependendo da largura da praia. Desse modo, resultando em cinco transectos com seis estações em Marudá, seis transectos com quatro estações em Sacaiteua, totalizando 54 amostras nas duas praias. Amostras da macrofauna da zona entremarés, foram tomadas com o objetivo de caracterizar e avaliar a estrutura de suas comunidades. Em cada estação foram também medidas as temperaturas do sedimento e a salinidade da água intersticial e colhidas amostras para análises de granulometria. Na praia de Marudá, a temperatura média apresentou valores mais elevados se comparados aos registrados para Sacaiteua. Marudá também foi mais heterogênea no que diz respeito aos valores de salinidade e pH. Houve maior presença de silte e o conteúdo hídrico foi mais elevado. As diferenças foram significativas entre estações da mesma praia, bem como entre praias, como é esperado para diferenças entre praias com graus diferentes de hidrodinamismo. A macrofauna bentônica foi dominada por anelídeos e moluscos, além de pequenos crustáceos. Grande parte dos táxons foi encontrado em ambas as praias, o que demonstra a conectividade da fauna regional. Na praia de Marudá, foram obtidos 107 organismos, pertencentes a 27 táxons e quatro filos, Annelida (10 táxons), seguido por Mollusca (9 táxons), Arthropoda (7 táxons), Nemertea (1 táxon). Na praia de Sacaiteua, foram registrados 78 organismos, pertencentes a 17 táxons e três filos, Annelida (12 táxons), seguido por Mollusca (três táxons), Arthropoda (dois táxons). Na praia de Marudá, porém a diversidade de grupos foi maior. Além dos Polychaeta, um número expressivo de moluscos e crustáceos foram encontrados. Em Sacaiteua, a diversidade de grupos foi menor, porém houve maior riqueza de Polychaeta, com menor número de espécies de

Mollusca e Crustacea. O filo Annelida foi o dominante; sendo uma espécie de Nephytiidae o organismo mais importante em Marudá, enquanto que, uma espécie de Nereiididae dominou em Sacaiteua. As diferenças na composição, abundância e parâmetros ecológicos podem ser atribuídos à diferença na localização das praias, pois praias menos expostas, como Marudá, permite uma melhor colonização dessas extensas faixas de areia, sob menor estresse hídrico. Este estudo amplia o conhecimento da macrofauna bêntica para a região e demonstra sua relevância na avaliação da qualidade ambiental. Sugerimos a necessidade de amostragens em outros períodos do ano, a fim de ampliar a caracterização da praia e de sua biodiversidade.

Palavras chave: Praia arenosa. Macromarés. Entremarés. Bentos. Amazônia.

ABSTRACT

Bentos represents the biota of bottom-bound organisms that interface water with solid materials, consisting of a wide variety of phyla. The beaches of the north coast of Brazil are under the influence of intense rainfall and estuarine waters, which in turn must condition the biotic communities that live in them. This study is part of a project that aims to survey and characterize the benthic fauna of coastal beaches of Marapanim (PA). The present work aimed to conduct a survey of the benthic macrofauna (> 0.5 mm) from two beaches in Marapanim (PA). For this, sediment was collected in the intertidal region in July 2018 (Marudá) and December 2018 (Sacaiteua), both being transition periods (rainy / dry and dry / rainy). To obtain the samples, the spatial demarcation was based on longitudinal transects from the low tide to the high tide mark, on which four to six sampling stations were distributed, depending on the width of the beach. Thus, resulting in five transects with six stations in Marudá, six transects with four stations in Sacaiteua, totaling 54 samples in both beaches. Samples of the macrofauna of the intertidal zone were taken in order to characterize and evaluate the structure of their communities. Sediment temperatures and salinity of interstitial water were also measured at each station and samples were taken for particle size analysis. In Marudá beach, the average temperature presented higher values compared to those recorded for Sacaiteua. Marudá was also more heterogeneous with regard to salinity and pH values. There was a higher presence of silt and the water content was also higher. Differences were significant between seasons of the same beach as well as between beaches, as expected for differences between beaches with different degrees of hydrodynamism. The benthic macrofauna was dominated by annelids and molluscs, as well as small crustaceans. Most of the taxa were found on both beaches, which demonstrates the connectivity of the regional fauna. In Marudá beach, 107 organisms, belonging to 27 taxa and four phyla, were obtained, Annelida (10 taxa), followed by Mollusca (9 taxa), Arthropoda (7 taxa), Nemertea (1 taxon). In Sacaiteua beach, 78 organisms, belonging to 17 taxa and three phyla, were recorded, Annelida (12 taxa), followed by Mollusca (three taxa), Arthropoda (two taxa). In Marudá beach, however, the diversity of groups was greater. In addition to Polychaeta, a significant number of mollusks and crustaceans were found. In Sacaiteua, the diversity of groups was smaller, but there was greater richness of Polychaeta, with smaller number of Mollusca and Crustacea species. Phylum Annelida was the dominant; one species of Nephytiidae being the most important organism in Marudá, while one species of Nereiididae dominated in Sacaiteua. Differences in composition, abundance and ecological parameters can be attributed to the difference in beach location, as less exposed beaches, such as Marudá, allow a better colonization of these extensive sand strips under less water stress. This study

broadens the knowledge of benthic macrofauna for the region and demonstrates its relevance in assessing environmental quality. We suggest the need for sampling at other times of the year in order to broaden the characterization of the beach and its biodiversity.

Keywords: Sandy beach. Macrotide. Intertidal. Benthos. Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Perfil generalizado de praias costa a fora (modificado) Fonte: (Mccubbin 1982)	3
Figura 2- Classificação dos estados morfodinâmicos de praias definidos Fonte: Modificado por Short (1999), por Masselink & Short (1993), Masselink & Turner (1999) e Souza <i>et al.</i> (2005).....	4
Figura 3- Esquema de zonação vertical da fauna de praia, de acordo com a variação da maré. Fonte: (Correia & Sovierzoski 2005).....	9
Figura 4- Localização das praias de Marudá e Sacaiteua no município de Marapanim, microrregião do Salgado (Pará)	13
Figura 5- Localização das praias de Marudá e Sacaiteua no município de Marapanim, microrregião do Salgado (Pará)	14
Figura 6- Praia de Marudá, Distrito de Marudanópolis, Município de Marapanim (Pará) - Imagem de Satélite. Fonte: Praia de Marudá, modificado a partir de GoogleEarth – Imagem 2019 CNES/Albus	14
Figura 7- Precipitação pluviométrica para o município de Marapanim (Pará) no ano de 2018.....	16
Figura 8- Salinidade da água intersticial registrada nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018	20
Figura 9- Salinidade da água intersticial registrada nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018	21
Figura 10- Potencial Hidrogeniônico (pH) da água intersticial registradas nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018	22
Figura 11- Potencial Hidrogeniônico (pH) da água intersticial registradas nas estações da praia de Sacaiteua, Município de Marapanim (Pará), em dezembro de 2018	23
Figura 12- Porcentagens granulométricas obtidas para o sedimento coletado nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018.....	24
Figura 13 Porcentagens granulométricas a obtidas para o sedimento coletado nas estações da praia de Sacaiteua, Município de Marapanim (Pará), , em dezembro de 2018	26
Figura 14 Conteúdo hídrico do sedimento registrados nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018	27

Figura 15- Potencial Hídrico da água intersticial registradas nas estações da praia de Sacaiteua, Município de Marapanim (Pará), , em dezembro de 2018	27
Figura 16- Riqueza (Jackknife de 1ª Ordem) do macrobentos encontrados na praia de Marudá, em julho de 2018	29
Figura 17- Riqueza (Jackknife de 1ª Ordem) do macrobentos encontrados na praia de Sacaiteua, em dezembro de 2018.....	30
Figura 18- Diversidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, em julho de 2018.....	31
Figura 19- Diversidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaiteua, em dezembro de 2018	32
Figura 20- Densidade de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, em julho de 2018.....	32
Figura 21- Densidade de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaiteua, em dezembro de 2018.....	33
Figura 22- Equidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, julho de 2018	33
Figura 23- Equitabilidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaiteua, em dezembro de 2018.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	-Graus Celsius
µm	micrômetro
AM2	- Clima Tropical Monçônico
bits/ind	- (bits por indivíduo) – unidade de informação utilizada como métrica de índices de diversidade como Shannon-Winner
BIOAQUA	- Laboratório de Biologia Aquática – Instituto de Ciências Biológicas – UFPA
E	- Leste
IG	- UFPA – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
mm	-milímetro
mS/cm	(miliSiemens por cm) – unidade de condutividade
pH	- Potencial Hidrogeniônico
REM	Reserva Extrativista Mestre Lucindo
Resex	Reserva Extrativista
UC	- Unidade de conservação
ZCIT	- Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
EPIGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PRAIAS ARENOSAS, AGENTES E AMBIENTES MORFODINÂMICOS	2
1.2 AMBIENTES E FATORES DA DINÂMICA PRAIAL NA REGIÃO NORDESTE PARAENSE	5
1.3 A BIODIVERSIDADE DAS PRAIAS ARENOSAS	7
1.4 A FAUNA DAS PRAIAS ARENOSAS DO LITORAL PARAENSE.....	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 ÁREA DE ESTUDO	12
3.2 MÉTODOS.....	16
3.2.1 Coleta da macrofauna bêntica e registro de fatores abióticos.....	16
3.2.2 Triagem e fixação da macrofauna	17
3.2.3 Análises de fatores abióticos	18
4 RESULTADOS	20
4.1 FATORES ABIÓTICOS.....	20
4.2.1 Macrofauna bentônica da praia de Marudá e Sacaitéua.....	28
4.2.6 Densidade dos organismos na praia de Marudá.....	32
4.2.7 Densidade dos organismos na praia de Sacaitéua	32
5 DISCUSSÃO	35
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O bentos representa a biota dos organismos ligados ao fundo e de interface da água com materiais sólidos, constituídos de uma ampla variedade de filos, envolvidos no ciclo dos materiais no mar (Belúcio 1999).

De acordo com Colling & Bemvenuti (2011), além da classificação taxonômica, os invertebrados bentônicos podem ser agrupados de modo funcional quanto ao tamanho e tipo de relação com o substrato. Em relação ao tamanho, os organismos podem ser classificados de acordo com a abertura da malha que os retém em: microfauna (< 63 μm), meiofauna (entre 63 - 500 μm), macrofauna (entre 500 μm – 5 cm) e megafauna (> 5 cm), e ainda, de acordo com a localização no sedimento em: infauna e epifauna.

O macrobentos (= macrofauna) tem como sua característica mais marcante o alto grau de mobilidade, incluindo a capacidade de escavar rapidamente. Tais organismos compõem populações em movimento no entremarés e na zona de surf das praias. Incluem representantes de todos os principais táxons, embora predominem os vermes poliquetas, moluscos e crustáceos (McLachlan 2006).

A epifauna ocorre sobre o substrato, consolidado ou não. Já a endofauna (=infauna) inclui todos aqueles organismos que escavam ou se encontram enterrados no sedimento ou nas rochas, sendo mais abundantes e diversificados no sedimento, podendo ser fixos ou ter hábito sedentário ou vágil (Pereira & Soares-Gomes 2009, Gray & Elliot 2009).

Levinton (2009) considera que a comunidade bentônica pode ainda ser suspensívora, depositívora, carnívora, herbívora ou necrófaga, de acordo com o tipo de alimento consumido.

Diversos estudos têm demonstrado a relevância da utilização de comunidades bentônicas na avaliação da qualidade ambiental (Amaral *et al.* 1999, Dauvin 2007). O bentos desempenha papel vital tanto como receptor de energia proveniente do pelagial quanto como fornecedor de energia para os organismos que se alimentam junto ao fundo, peixes e crustáceos, entre outros, além de nutrientes para o fitoplâncton (Lana *et al.* 1996, Amaral *et al.* 2003).

Outro destaque é o papel desempenhado por esses organismos na aeração e remobilização dos fundos, acelerando os processos de transformação, remineralização de nutrientes, deposição de matéria orgânica e, conseqüentemente, os próprios processos de produção marinha, primária e secundária (Rhoads 1974, Thrush 1986).

Espécies bentônicas possuem um papel fundamental não somente para o funcionamento dos ecossistemas como também para as populações humanas. São importantes recursos econômicos, sendo utilizadas na alimentação humana, especialmente moluscos e crustáceos (Rondinelli & Barros 2010, Vieira *et al.* 2018) e também fornecendo substâncias utilizadas pela indústria farmacêutica (Custodio & Hadju 2011).

As comunidades zoobentônicas marinhas se distribuem desde a linha litorânea até as maiores profundidades (Soares-Gomes *et al.* 2002). Portanto, o estudo da fauna bentônica é imprescindível para qualquer abordagem ecossistêmica que se pretenda realizar no ambiente marinho, embora haja uma forte tendência à miniaturização e redução da biomassa em comparação com o evidente aumento na diversidade até uma profundidade média de 2000 m (Gage & Tyler 1991, Etter & Muulineaux 2001).

A macrofauna de praias arenosas inclui a grande maioria dos taxa de invertebrados, com destaque especial para moluscos, crustáceo e poliqueta (Pichon 1967, Dexter 1969, 1972).

Na maioria dos casos, se a praia estiver sob condições saudáveis, o número de espécies de indivíduos da macrofauna bentônica tenderá a ser maior à medida que o número de grãos e a declividade da praia diminuem. Diante dessa premissa, sob condições de baixa hidrodinâmica, famílias de poliquetas e moluscos tendem a ser dominantes (Dexter 1983; Amaral *et al.* 1990).

Neste contexto, o presente estudo apresenta a caracterização da macrofauna bêntica de duas praias do litoral amazônico, no município de Marapanim (PA), bem como, a caracterização desses ecossistemas praias.

Este trabalho é parte integrante de um projeto executado pelo Laboratório de Biologia Aquática (BIOAQUA- ICB- UFPA), apoiado pelas Faculdades de Oceanografia (IG – UFPA) e Ciências Biológicas (ICB – UFPA), que visa o estudo da diversidade das praias deste Município. Além da caracterização do ecossistema e do inventário das espécies locais, este possibilitará estudos posteriores de biologia, reprodução, taxonomia e conservação da região.

Dados desta natureza são importantes, pois o município sofre o aumento da exploração pesqueira e turística, que por sua vez faz pressão sobre os recursos naturais da região.

1.1 PRAIAS ARENOSAS, AGENTES E AMBIENTES MORFODINÂMICOS

As praias arenosas constituem os ambientes de maior extensão no litoral brasileiro, formando zonas perimetrais a um corpo aquoso compostas por material

granular inconsolidado (0,062 - 2 mm), possui morfologia mais ou menos arqueada com declividade moderada a alta em direção ao continente e exposta ou não a ação de ondas ou correntes de maré (Suguio 2003). Elas constituem um dos ambientes mais dinâmicos da terra (Short 1999).

Esses agentes hidrodinâmicos estabelecem mudanças morfológicas na feição praial responsáveis por definir e classificá-las em zonas particulares (Figura 1): i) Pós-Praia ou Zona Supralitoral – zona que representa a porção mais alta da praia, estendendo-se desde crista praial (*beachridge*), construída pelo nível de preamar de sizígia até o sopé da escarpa praial (*beachscarp*); ii) Antepraia ou Zona Mesolitoral – zona suavemente inclinada para o mar incluindo a face praial (*beach face*), corresponde à parte situada no limite da preamar e a linha de baixamar ordinária, que sofre a ação do espraiamento (*swash*); iii) Zona de Face Litorânea ou zona de Inframaré – com mudança de declive suave para horizontal e levemente côncava pra cima (Price 1954), estende-se do limite inferior da Antepraia, desde o nível de maré baixa ordinária até profundidade de 6 a 20 m sobre a zona de arrebenção (Suguio 2003).



Figura 1- Perfil generalizado de praias costa a fora (modificado) Fonte: (Mccubbin 1982)

Além dessas características oceanográficas, elas também podem ser classificadas, de acordo com a constituição e textura dos sedimentos em seis estágios morfodinâmicos (Figura 2), sendo dois extremos (dissipativo e reflectivo) e quatro intermediários (Wright & Short 1984).

A zona entremarés é a denominação dada ao ambiente compreendido entre os níveis de alta e baixa da maré de sizígia, portanto, fica emersa e submersa durante as oscilações da maré (Soares-Gomes *et al.* 2009) Segundo Short (1982), espera-se que em ambientes de macromarés, os estados morfodinâmicos e a mobilidade da praia sejam alterados com a variação da maré, resultando em diferenciação morfodinâmica entre a parte superior e a inferior do perfil, consequência da dominância relativa de diferentes

processos de transporte de sedimentos como ondas incidentes, ondas de borda, "surf beats" e correntes de marés nestas regiões (Calliari 2003).

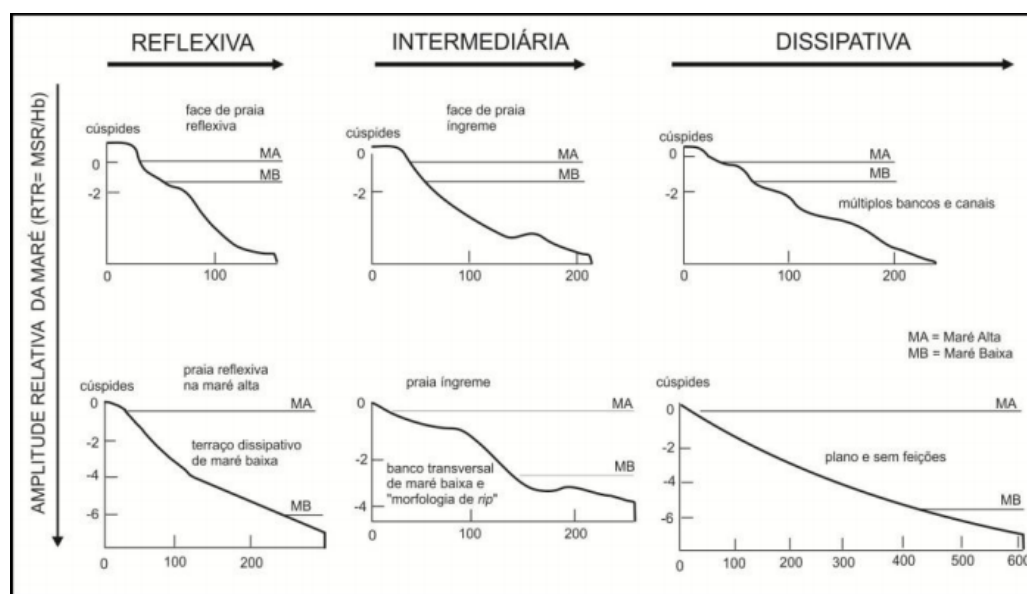


Figura 2- Classificação dos estados morfodinâmicos de praias definidas. Fonte: Modificado por Short (1999), por Masselink & Short (1993), Masselink & Turner (1999) Souza *et al.* (2005)

O ambiente praiial também pode ser caracterizado com base na localização, em termos de localização como praias oceânicas, estuarinas e fluviais. As praias oceânicas se enquadram no modelo citado anteriormente, sendo as ondas geradas pelos ventos, as correntes litorâneas as oscilações de longo período e as marés os principais agentes controladores da configuração da linha de costa (Hoefel 1998).

Conforme Nordstrom (1992), nas praias estuarinas os processos de retrabalhamento do sedimento são dominados por ondas geradas localmente sobre uma pista curta. Essas ondas geradas são caracterizadas principalmente por seu curto período (Jackson *et al.* 2002). Além da menor distância da pista, a influência de outros fatores locais como a orientação da linha de costa, a configuração dos fundos adjacentes e a intensidade do vento assumem uma maior relevância do que em zonas costeiras expostas (Nordstrom 1992, Jackson & Nordstrom 1992). A influência desses fatores locais específicos altera a característica do regime de ondas nas praias de baixa energia modificando de forma pronunciada tanto a magnitude quanto a extensão do retrabalhamento do sedimento ao longo do perfil praiial (Jackson *et al.* 2002).

Hegge *et al.* (1996) apresentaram um modelo classificatório, para praias estuarinas da Austrália, com quatro morfotipos no qual é considerada a dimensão, a declividade, a curvatura e a granulometria: concavas, moderadamente concavas, em

degraus e moderadamente inclinada. Os autores sugerem a necessidade de estudos adicionais sobre a variabilidade de curto prazo, sazonal e interanual dos morfotipos encontrados.

As praias, assim como outros ecossistemas naturais atendem interesses ecológicos e sociais, como a atenuação do clima, contenção da erosão causada pelas ondas e correntes, pois o sedimento possui características de instabilidade, uma vez que é constantemente transportado, e atuam ainda servindo de lazer democrático a sociedade. Ainda que as praias tenham esse papel fundamental na relação homem-natureza, o espaço tampão das praias previsto em regulamentação ambiental pouco ou quase não é respeitado por comunidades tradicionais e empresas imobiliárias, bem como, a falta de políticas públicas e fiscalizatórias sobre elas.

No entanto, estudos demonstram que uma praia urbana e suas estruturas públicas e privadas causam interferência severa no comportamento reprodutivo e recrutamento dos animais que nela vivem (Salmon *et al.* 1995). Por esse motivo, é possível que todo um ecossistema seja afetado em decorrência de alterações dos padrões sedimentares e físicos, tornando o ambiente estressante e vulnerável.

1.2 AMBIENTES E FATORES DA DINÂMICA PRAIAL NA REGIÃO NORDESTE PARAENSE

Segundo Tessler & Goya (2005), o litoral amazônico brasileiro se estende entre o extremo norte do Amapá até o Golfão Maranhense, fortemente influenciado pela desembocadura do rio Amazonas, sendo caracterizado por planícies com até uma centena de quilômetro de largura, consistindo principalmente de terras baixas e frequentemente inundáveis. Além das terras baixas, ocorrem platôs de sedimentos mais antigos que em vários lugares alcançam o oceano, formando falésias.

Este possui características meteorológicas e oceanográficas são bastante peculiares quando comparadas a outras regiões costeiras do país, apresentando, entre outros, elevada precipitação anual (até 3.300 mm), altas temperaturas (>20 °C) com baixa variação térmica anual, ampla plataforma continental (~ 330 km), regime de macromaré, extensa área de manguezais (constituindo uma das maiores áreas contínuas de manguezal do mundo), descarga de dezenas de estuários e do maior rio do mundo, o rio Amazonas, com elevado *runoff* de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica (Pereira 2009). Segundo Belúcio *et al.* (2013), em alguns setores desse litoral, também se pode encontrar o regime de mesomarés, a exemplo das áreas de várzea do rio Guamá, com

níveis médios de 1,94 m, durante o período de estiagem, ou menos chuvoso (DHN 2013).

O clima de ventos da região está associado à Zona de convergência intertropical, com predominância de ventos de SE e E de junho a novembro e, ventos de NE de dezembro a maio (Nittrouer & Demaster 1996, Santos 2006). As correntes de marés são as principais responsáveis pela presença dos vastos bancos de areias, que na foz do rio Pará e *offshore* da Ilha dos Guarás (Mariteua), se dispõem perpendicularmente à costa (Macola & El-Robrini 2004).

A zona costeira do Estado situada a leste da desembocadura do rio Amazonas, constitui a Zona Fisiográfica do Salgado. Esta microrregião com uma extensão de 225 km, é limitada ao norte e nordeste pelo oceano Atlântico, a leste e ao sul pela zona Bragantina e a oeste pela baía de Marajó. Destaca-se por suas formas recortadas com ilhas, penínsulas e baías situadas nas desembocaduras de rios de curto percurso, mas de bocas muito amplas onde predominam as "rias" com formações de pequenas falésias, praias de arenosos e sílticos. mangue, dunas e restingas (Franzinelli 1982). A região costeira de Marapanim recebe aporte terrígeno da descarga fluvial do rio Marapanim e de outros rios da região.

De acordo com Oliveira (2014), em rios e estuários a acumulação preferencial de sedimentos finos será silte e argila. Entretanto, se as condições de energia de ondas e marés forem suficientes para que ocorra o transporte de sedimentos pode-se observar a formação de praias de areia e cascalho em áreas com configuração fisiográfica favorável.

As características morfológicas das praias formadas nestas condições, porém, serão distintas das praias oceânicas, principalmente devido à importância da amplitude de maré relativamente à altura das ondas. Aquela condiciona a largura da praia e a morfologia de cada setor do perfil, devido à distribuição vertical da energia das ondas.

Segundo Jackson & Nordstrom (1993) as praias estuarinas são consideradas como praias de baixa energia, ou seja, que ocorrem em locais protegidos, onde a ação de ondas é mínima. Nesse tipo de praia o perfil extremamente dissipativo prevalece e modificações morfológicas somente ocorrem em porções mais íngremes do perfil.

Praias estuarinas são caracterizadas por uma zona de pós-praia estreita (<10 m), declividade praias oscilando entre 6° e 9°, amplo e um terraço de baixamar relativamente plano, ondas com altura de 0,15 a 0,50 m, períodos de 2 a 5 segundos, quebrando diretamente no estirâncio em forma oscilante (Jackson & Nordstrom 1993, Fenster *et al.* 2006).

Levando em consideração esses padrões ambientais de praias estuarinas e a sua influência nos parâmetros abióticos e bióticos, as praias da região costeira de Marapanim (PA), atendem a muitas dessas características.

Dentre essas influências, podemos destacar o regime de marés semidiurnas que possibilita uma distribuição vertical e longitudinal, bem como, as migrações verticais de algumas espécies no entremarés, momento no qual o oxigênio diminui com a baixa circulação da água nos poros intersticiais e o consumo do mesmo pela decomposição da matéria orgânica acumulada (Silva *et al.* 1997).

1.3 A BIODIVERSIDADE DAS PRAIAS ARENOSAS

Em decorrência do forte dinamismo e dos hábitos crípticos dos organismos, as praias arenosas eram consideradas verdadeiros desertos marinhos, o que acarretou um atraso nas pesquisas de seus componentes biológicos, em comparação com outros ecossistemas marinhos e costeiros (McLachlan 1983). Contudo, desde os primeiros trabalhos realizados, verificou-se que esse ambiente pode sustentar uma fauna diversificada (Alves 2004).

Apesar de todas as condições desfavoráveis impostas pela hidrodinâmica causadas pelos agentes físicos como, ventos, ondas, correntes de maré e temperatura proporcionam aos habitats e micro-habitats locais, porém comunidades especializadas estão inseridas e dispersa nesse ambiente com relativa abundância.

No entanto, apenas algumas espécies conseguem estabelecer grandes abundâncias e, comparada com outros ambientes marinhos, a diversidade é baixa, o que gera maior sensibilidade às mudanças (Schlacher *et al.* 2008).

O ecossistema de praias arenosas envolve interações entre os mais variados animais que utilizam esse ambiente como moradia por toda a sua fase de vida ou em alguma fase de seu desenvolvimento, desde os grandes organismos aos pequenos indivíduos microscópicos que vivem no interior do sedimento (McLachlan & Brown 2006, Giere 2009). Dessa relação inter e intraespecífica, tem como resultado a ciclagem de nutrientes marinho e terrestre que são inseridos aos mais variados níveis trófico marinho e terrestre.

Dentre as frequentes comunidades presentes nesses ecossistemas destacam-se o bentos, organismos bem adaptados, muitos apresentando alta mobilidade, e que possuem um padrão de distribuição característico formando faixas ou zonas que correspondem principalmente com o grau de emersão diário do sedimento pelo efeito

das marés (Salvat 1964, Pollock & Hummon 1971, Souza & Gianuca 1995, Borzone *et al.* 1996).

A distribuição dos organismos no meio bentônico está ligada a fatores ambientais e biológicos. O primeiro refere-se, por exemplo, ao tamanho do grão, declividade e textura do substrato, exposição à hidrodinâmica, teor de matéria orgânica e salinidade (Wijsman *et al.* 1999). As características particulares do sedimento condicionam comunidades distintas, não somente a composição específica como também a dominância dos grandes grupos taxonômicos (Pereira 2009).

Esses organismos formam um dos principais elos, após os produtores primários da cadeia produtiva marinha e de água doce, como os poliquetas que constituem ricas fontes de alimento suprindo as necessidades alimentares de uma teia de comunidades de aves, crustáceos e peixes de interesse econômico (Amaral *et al.* 1994).

A comunidade de praias arenosas é geralmente dominada por poliquetas, crustáceos e moluscos (Defeo & McLachlan 2005, McLachlan & Brown 2006). Isso ocorre porque esses animais apresentam uma gama de vantagens adaptativas (morfológicas, fisiológicas e comportamentais), como o exoesqueleto de crustáceos e as conchas de moluscos que são proteção contra o atrito e a dessecação (Moore 2006)

Os poliquetas são os mais representativos e frequentemente observados em estudos que abordam tais comunidades em regiões costeiras por todo o mundo (Diener *et al.* 1995, Tselepides *et al.* 2000, Probert *et al.* 2001, Ellingsen 2002).

Até o ano de 2013, quando o CATÁLOGO DAS ESPÉCIES DE ANNELIDA POLYCHAETA DO BRASIL foi editado (Amaral 2013), foram citadas para o Brasil 1149 espécies, 434 gêneros e 68 famílias de Polychaeta. O número total de registros foi de 9981; dentre estes, em 8350 há informações sobre qual tipo de ambiente foi encontrado: entremarés (1942), infralitoral (6003), estuários (397) e água doce (8). Pode-se considerar que a região mais explorada é a do infralitoral raso, de 0–50 m de profundidade, de fundos inconsolidados.

A macrofauna se distribui ao longo das praias (Figura 3) de acordo com as forças hidrodinâmicas, químicas e biológicas; e dessa forma são distribuídos diferencialmente em manchas e zonas praias (McLachlan & Brown 2006).

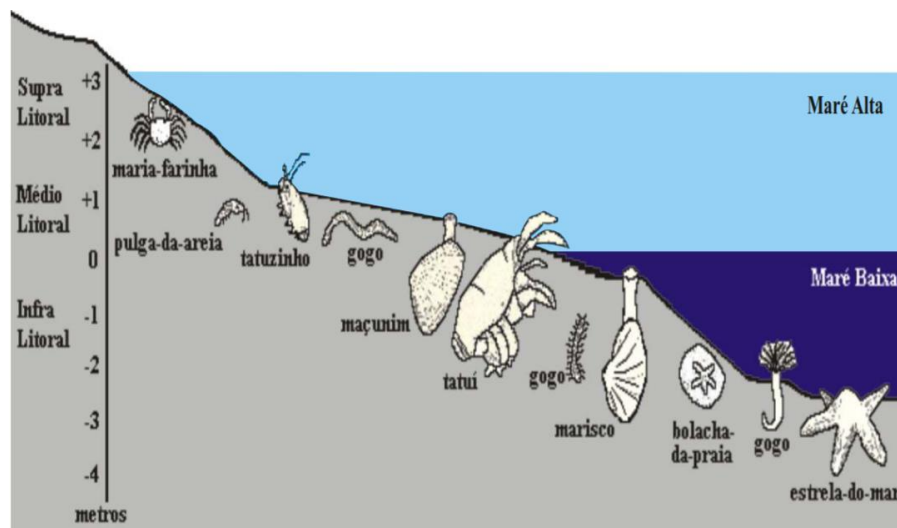


Figura 3- Esquema de zonação vertical da fauna de praia, de acordo com a variação da maré. Fonte: Correia & Sovierzoski (2005).

Barreira (2001) observou ao estudar a macrofauna bentônica do entremarés do Ceará que, a distribuição de três comunidades estudadas, onde houve dominância de moluscos e poliquetas, distribuídos por toda a estação de nível mais plano, protegida e mais úmida da faixa do entremarés, enquanto que nas outras estações mais expostas não ocorreu dominância de nenhuma espécie.

De uma forma geral, praias dissipativas de macromarés têm maiores diversidade, abundância e biomassa que praias reflectivas de micromarés (McLachlan & Dorvlo 2005). Ao longo da praia, a riqueza e densidade da macrofauna aumentam da linha de maré baixa para a alta (Degraer *et al.* 2003). Latitudinalmente, as praias tropicais tendem a apresentar uma maior diversidade enquanto que as temperadas suportam uma maior abundância e biomassa (Defeo & McLachlan 2005, McLachlan & Brown 2006, Schlacher *et al.* 2008).

Omena e Amaral (2003) analisaram a macrofauna de praias do estado de São Paulo e evidenciaram que a abundância e a riqueza de espécies aumentam de praias refletivas para praias dissipativas. Brauko (2008) avaliou os efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêntica de praias no Paraná, os resultados sugeriram que os sistemas frontais e os fatores ambientais das praias como as ondas refletiram em efeitos negativos sobre a fauna.

1.4 A FAUNA DAS PRAIAS ARENOSAS DO LITORAL PARAENSE

Os ecossistemas praias e seus componentes bióticos e abióticos apresentam áreas de importante interesse ecológico, possibilitando a interação entre a macrofauna e

outras faunas associadas a este substrato. Neste, e em outros ecossistemas marinhos, é possível encontrar diversos habitats que abrigam grande variedade de organismos vivos e extraordinária produtividade biológica (Burke *et al.* 2001, Prates & Lima 2008).

Uma das causas da diversificação de habitats nas diferentes regiões costeiras do planeta pode ser atribuída aos diferentes tipos de substrato (Gray & Elliott 2009).

Apesar dessa ampla área, da relevância do ambiente e dos organismos, os estudos sobre a fauna benthica de praias arenosas da costa norte existentes (p.ex. Gomes & Rosa-Filho 2009, Rosa-Filho *et al.* 2009, Santos 2018) são considerados insuficientes para garantir sua preservação, tornando desse modo, relevante os estudos a serem conduzidos com este fim.

Na região costeira paraense, as pesquisas com a comunidades bentônica estão direcionadas para ambientes de substrato inconsolidado (lamoso e arenoso) (p.ex., Rosa Filho *et al.* 2006, Braga *et al.* 2009; Rosa Filho *et al.* 2009). Esses trabalhos estão concentrados nos municípios de Salinópolis e Maracanã (Maiandeuá), havendo poucos ou quase nenhum voltado à microrregião do Salgado, em específico, às praias de Marudá e Sacaiteua.

Santos (2018), ao estudar as praias do município de Salinópolis, na região Nordeste Paraense, mostrou que no período seco maiores densidades e menores riquezas foram encontradas ($4613,92 \pm 2754,80$ ind./m² e 25 táxons, respectivamente) em comparação ao período chuvoso ($3898,03 \pm 2525,78$ ind./m² e 38 táxons, respectivamente) indicando que na região amazônica essas espécies se adaptam ao estresse das variações sazonais controladas por períodos chuvosos e menos chuvoso, modificando seu comportamento à medida que há alterações nos parâmetros de salinidade de forma moderada a alta.

Conforme já mencionado, as praias do Município de Marapanim possuem características dissipativas, sendo relativamente protegidas de ações intensas de ondas e correntes. Partindo desses pressupostos, é possível que pequenas diferenças ambientais alterem tanto as características da praia como a riqueza das suas comunidades bentônicas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Caracterizar as comunidades bentônicas das praias de Sacaitéua e Marudá (município de Marapanim, Pará) e compreender seus fatores estruturadores, considerando as características físicas e variáveis abióticas de cada praia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os principais táxons da macrofauna bentônicas das praias estudadas
- Descrever a composição taxonômica da comunidade macrobentônica das praias estudadas;
- Determinar os organismos dominantes em cada praia;
- Examinar os padrões de ocorrência e distribuição dos organismos;
- Calcular e analisar os principais descritores da comunidade como riqueza total (S), riqueza de Margalef (d), equitatividade (J) e diversidade (H') das comunidades estudadas e correlacionar às peculiaridades de cada ambiente;
- Verificar a influências dos parâmetros abióticos sobre a macrofauna bêmica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

As praias estudadas estão situadas no município de Marapanim (Figura 4). Este está localizado na mesorregião Nordeste Paraense e na microrregião Salgado (FAPESPA 2016), apresentando uma população estimada para o ano de 2018 de 28.220 habitantes (IBGE 2018).

O município tem sua sede municipal situada na latitude $0^{\circ}42'50''S$ e longitude $47^{\circ}41'50''W$ (Figura 4) e o acesso se dá pela rodovia PA-318.

As praias estudadas (Sacaiteua e Marudá) não estão situadas na sede municipal e apresentam localizações na região litorânea do município de Marapanim (PA).

A praia de Sacaiteua ($0^{\circ}42'50''S$ e $47^{\circ}41'50''W$) fica a noroeste de Marapanim, na desembocadura do rio Cajutuba, sendo uma praia desabitada, somente utilizada por pescadores.

A praia de Marudá ($0^{\circ}37,19'S$ e $47^{\circ}37'W$) está localizada na região a nordeste do município, à margem esquerda, na desembocadura do rio Marapanim.

As duas praias estão sob influência hidrodinâmica do Atlântico Norte, porém no caso da praia de Marudá, essa influência se restringe pelo fato de estar abrigada pela ilha de Algodal/Maiandeuca (Município de Maracanã, Pará).

As fáceis praias de ambas as praias contam com uma zona de espraiamento de declive suave em direção ao mar, tendo a praia de Sacaiteua, largura duas vezes menor em relação à largura de Marudá e mais ou menos a mesma dimensão em comprimento.

Apesar da similaridade em dimensões com a praia de Marudá, a praia de Sacaiteua possui particularidades, como paleodunas na parte superior do supralitoral por onde é recortado por um canal de maré atrás dos bancos das paleodunas. Estando assim, fora do espaço amostral dos transectos e pontos de coleta não houve influência direta nos resultados obtidos. Na praia de Marudá, o canal de maré recorta a zona de mesolitoral, inundando uma extensa faixa arenosa durante as amplitudes de maré.

A praia de Marudá possui 1,78 Km de comprimento e 844,67 m de largura, enquanto que a de Sacaiteua atinge comprimento de 1,57 Km de comprimento e 342,12 m de largura nas baixa-mares de sizígia, com uma suave inclinação em direção ao oceano, característica de praia dissipativa (Short 2003).

Elas estão inseridas na microrregião do Salgado Paraense, que faz parte da zona costeira e abrange uma área total de 5.812,70 km². De acordo com SEPOF (2005), os

11 municípios limítrofes com o Oceano Atlântico, que compõem a Zona Fisiográfica do Salgado, qual o Município de Marapanim do estado do Pará é um deles.

.A região que possui clima equatorial úmido amazônico tipo Am2, segundo a classificação de Köppen, por apresentar características de altas de temperaturas, em média 27° C, com variações pluviométricas sazonais elevadas nos meses de janeiro a junho (SUDAM/EMBRAPA 1993), podendo levar a pequenas amplitudes térmicas de até 5°C (Martorano *et al.* 1993).

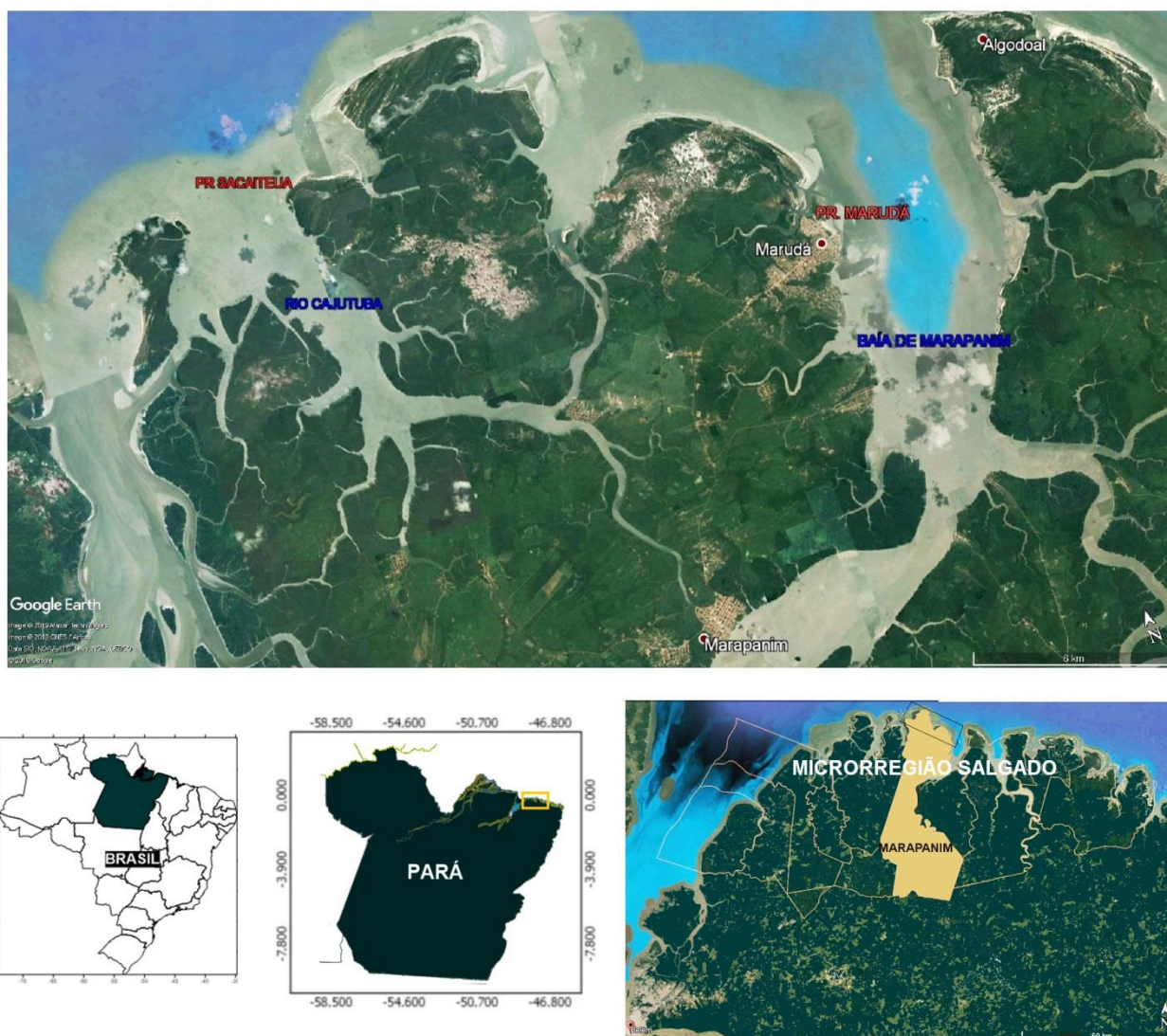


Figura 4- Localização das praias de Marudá e Sacaiteua no município de Marapanim, microrregião do Salgado (Pará)

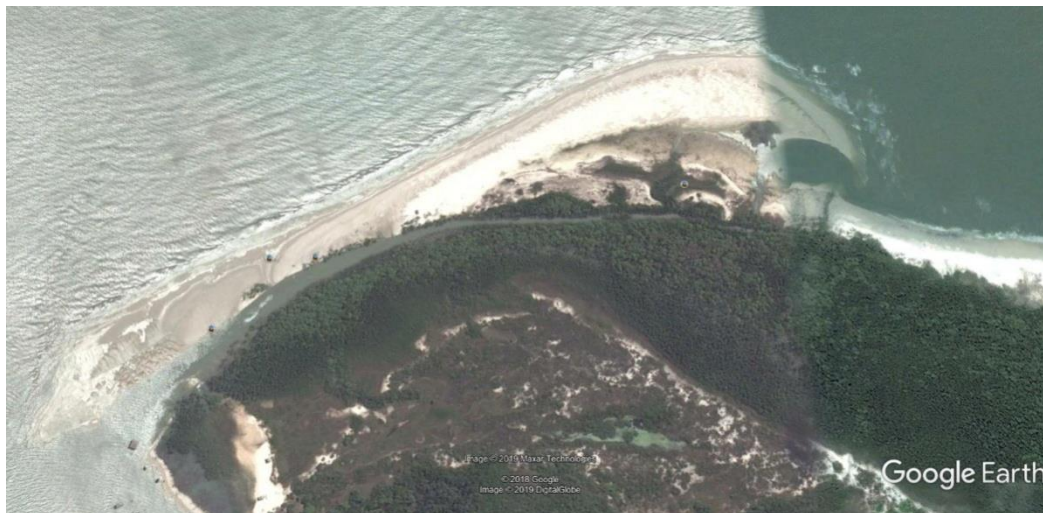


Figura 5- Localização das praias de Marudá e Sacaiateua no município de Marapanim, microrregião do Salgado (Pará)

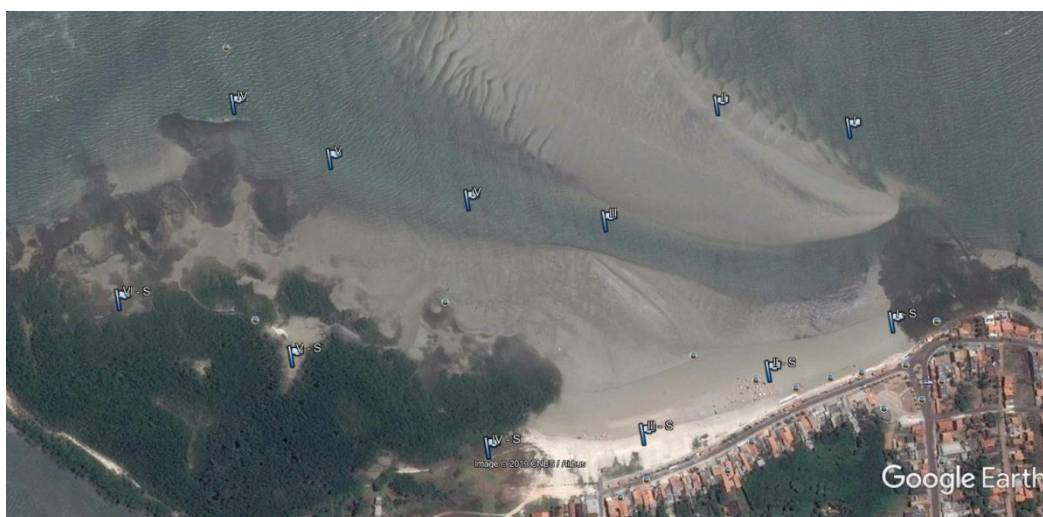


Figura 6- Praia de Marudá, Distrito de Marudanópolis, Município de Marapanim (Pará) - Imagem de Satélite. Praia de Marudá. Fonte: Modificado a partir de GoogleEarth – Imagem CNES/Albus (2019).

O município de Marapanim possui pontos estratégicos, como o distrito de Marudá, além de facilitado acesso rodoviário e a boa infraestrutura, praias de beleza natural, entre as quais Marudá, uma das mais visitadas do Estado, assim como, praias menos visitadas, como Crispim, e as quase intocadas, como Sacaiateua.

Os aspectos sociais e econômicos do município não diferem muito dos demais localizados na microrregião do Salgado Paraense. Com uma população de 28.011 habitantes (IBGE 2010)

A região litorânea de Marapanim é caracterizada como uma zona estuarina, com importantes ambientes, os quais são influenciados pela dinâmica do fluxo fluvial e pelas correntes de maré (Borba 2011). O fluxo contínuo das amplitudes de marés semidiurnas,

bem como, ondas de níveis moderados condicionam a morfologia e a distribuição das comunidades na face praial.

A morfologia da região está localizada na costa Atlântica do Salgado Paraense tendo como características, formações de um conjunto de reentrâncias, além de ter expressiva exploração de pesca e agricultura predatória e registrar aterramento de manguezais e exploração indiscriminada de minerais classe II (areia, argila e cascalho) (El Robrini *et al.* 2006).

Os sedimentos siltico-argilosos, ricos em matéria orgânica (C entre 1 a 4%), estão presentes no ambiente de mangue e foram depositados sobre barras arenosas com suave morfologia e aspectos sedimentológicos; principalmente a granulometria que aparentemente condiciona uma colonização da vegetação, a evolução da rede de drenagem e desenvolvimento dos sedimentos, tornando-os mais consistentes (Berredo *et al.* 2008). Bem como, o material sedimentar do quaternário também ocupa grandes áreas, representados por praias, dunas/paleodunas, pântanos salinos, planícies de maré, planície de maré lamosa, barras arenosas e lamosas, além dos depósitos aluviais (Silva 1998).

No município de Marapanim (PA) desde 2014 foi implantada a unidade de conservação (UC) Resex Marinha Mestre Lucindo, somando área de 26,4 mil hectares de área. Sendo ela, pertencente ao grupo das unidades de uso sustentável ou de uso direto, que permite a presença de populações humanas vivendo na área da reserva (Brasil 2000). A REM Mestre Lucindo apresenta um grande potencial turístico, por suas belas paisagens, áreas naturais, praias oceânicas e o próprio modo de vida das comunidades pesqueiras e extrativistas. A atividade turística já se encontra presente em algumas comunidades e no seu entorno, mas de forma não planejada.

O rio Marapanim é o principal rio da Bacia de Marapanim, com 127,96 Km de extensão e sua nascente principal está localizada no município de São Francisco do Pará (IBGE 2012). Além do tráfego de embarcações de pequeno, médio e de grande porte, uma vez que para seu deslocamento necessitam da subida dos níveis das águas, as marés possuem uma enorme importância ecológica, reprodutiva e econômica, pois possibilitam a troca de nutrientes, espécies e etc., entre o continente e a drenagem fluvial (Bartels & Angenheister 1970).

O estuário de Marapanim possui livre conexão com o oceano Atlântico, sendo dominado por macro e mesomarés semi-diurnas (amplitude >5m).

Além do rio Marapanim, outro rio de menor extensão se destaca no município: o Cajutuba, que nasce próximo à sede municipal e dirige-se para o norte até encontrar a Baía do Cajutuba, onde deságua. O rio Cajutuba é um importante ponto de pesca esportiva e canoagem. Apresenta água calma e piscosa. Acesso ao atrativo: Percorre-se cerca de 4 km a partir da PA-318 (que liga a sede a Marudá).

A pluviosidade nesta região é elevada, com média anual em torno de 2.500 mm/ano, sendo observados dois períodos com características distintas, o período chuvoso de dezembro a julho, e o período seco de julho a dezembro. Essa distribuição se deve, em grande parte, ao deslocamento sazonal da ZCIT (El-Robrini *et al* 2006). (Figura).

As coletas foram realizadas nos período de transição: julho, final da estação chuvosa (Marudá) e dezembro, início da estação chuvosa (Sacateua). A precipitação pluviométrica em ficou em torno de 100 – 167 mm (Figura 7).

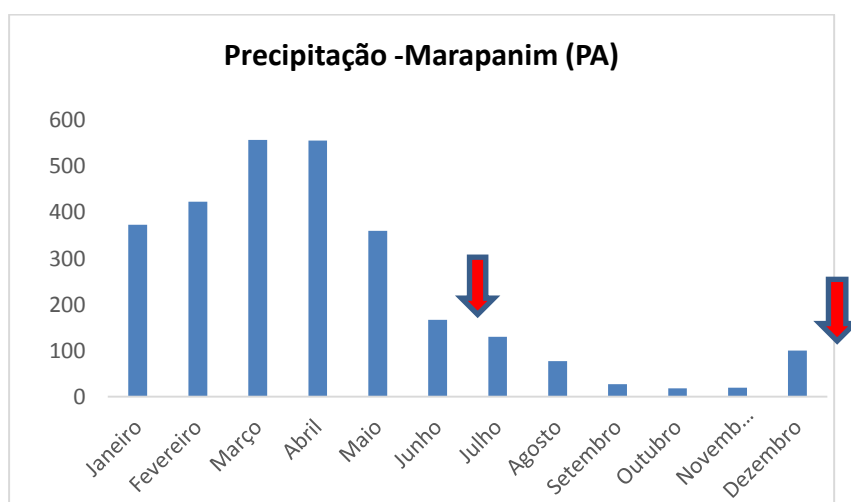


Figura 7- Precipitação pluviométrica para o município de Marapanim (Pará) no ano de 2018

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Coleta da macrofauna bêmica e registro de fatores abióticos

As amostras de material biótico e abiótico foram obtidas em coletas na face praial a partir de amostragens de frações sedimentares arenosas e água intersticial, sendo em julho de 2018, na praia de Marudá e em dezembro de 2018, em Sacateua.

Para obtenção das amostras e registro de dados a demarcação espacial foi feita com base em transectos longitudinais a partir da linha de maré baixa até a linha de maré alta (sizígia), sobre os quais foram distribuídas de quatro a seis estações de coleta, dependendo da largura da praia. Desse modo, resultando em cinco transectos com seis

estações em Marudá (30 estações), seis transectos com quatro estações em Sacaitéua (24 estações), totalizando 54 amostras nas duas praias.

Em cada uma das estações, foram tomadas duas réplicas de sedimento para análise biológica e uma para análise granulométrica, bem como, alíquotas de água intersticial, para análises de salinidade e pH. Em algumas estações, não foi possível obter água intersticial.

O equipamento usado para obter as frações de sedimento (granulometria e amostras de bentos), consistia em um amostrador cilíndrico de PVC com 0,14 m de diâmetro, aberto em uma das extremidades e fechado na parte superior, com mecanismo a vácuo, o qual auxiliava na sucção de uma fração do sedimento, após ser fundeado 0,2 m no mesmo.

As alíquotas de água intersticial foram obtidas com auxílio de uma seringa e acondicionadas em frascos plásticos de 0,025 L, temporariamente estocados em um isopor com “gelo em gel”, a fim de preservar suas propriedades físico-químicas.

As medidas foram feitas com uma sonda multiparâmetro da marca AKSO - AK88 (pH/Cond/OD/Temp) em laboratório.

Para análise da macrofauna bentônica, as amostras obtidas foram temporariamente acondicionadas em sacos de 10 L precisamente etiquetados.

O conteúdo hídrico do sedimento foi obtido pela diferença dos valores das pesagens após secagem da amostra em estufa, e a feita logo após a coleta (a fresco), ambas utilizando uma balança semi-analítica com precisão de 0,1 mg. Posteriormente convertido para porcentagem do peso original do sedimento amostrado.

Paralelamente a cada amostragem em todas as estações, mediram-se valores de temperatura no sedimento *in situ*, com a utilização de um termômetro digital tipo espeto IncoTerm, com precisão de 0,1 °C (± 1 °C).

3.2.2 Triagem e fixação da macrofauna

Concluída a fase de amostragens, colocou-se em prática a triagem preliminar ainda em campo. Essa fase consistiu na lavagem do sedimento com o uso de água da própria maré em duas peneiras com malhas 0,5 mm, a fim que diminuísse o volume do material a ser triado posteriormente em laboratório. Nesse processo, os organismos que ficassem retidos na rede de malha eram acondicionados em recipientes previamente identificados, contendo solução de álcool 70%. A triagem definitiva do macrobentos foi realizada no laboratório BIOAQUA. Os organismos encontrados foram contados e

subdivididos em grandes grupos taxonômicos com o auxílio de um microscópio estereoscópico (lupa) e da literatura pertinente. Cada organismo sendo fixado em formol a 4% ou álcool a 70% de acordo com o mais indicado para cada grupo de organismos.

3.2.3 Análises de fatores abióticos

As condições físico-químicas das águas intersticiais (condutividade, salinidade e pH) foram realizadas com equipamento multiparâmetro com sondas digitais.

Para análise granulométrica, foi realizada a lavagem inicial do sedimento por três vezes com água da torneira a fim de remover os sais aderidos aos grãos. Em seguida, foi realizada a secagem do sedimento em recipientes metálicos e levados à estufa por um tempo de 48 horas a 100°C. Após a secagem, 50 g de cada amostra foram pesadas em balança digital. Posteriormente, como proposto por Suguio (1973), elas passam por um processo de peneiramento dos sedimentos grosseiros na qual há a seleção dos grãos por tamanho. Caso ocorra presença considerável de grãos mais finos, estes são levados ao processo de peneiramento úmido.

3.2.4 Análise estatística

O *software* SYSGRAN (Camargo 2006) foi utilizado na análise dos resultados granulométricos de cada estação e praia, pelo qual o diâmetro médio do grão (DM), coeficiente de seleção dos grãos (GS) e desvio padrão (DP) foram obtidos.

A avaliação numérica para riqueza foi estimada através do teste de Jackknife de primeira ordem, considerado bom estimador. A equação que determina esses valores é:

$$S_{jack1} = S_{obs} + L \left(\frac{a - 1}{a} \right)$$

sendo: S_{jack1} = estimador de riqueza Jackknife de 1ª ordem

S_{obs} = número total de espécies observadas em todas as amostras

L = número de espécies que ocorrem só em uma amostra (espécies únicas)

a = número de amostras

A partir do número estimado nas contagens, foi determinada a abundância de cada espécie e grupo para cada estação e praia. Esses valores foram utilizados para cálculo de densidade de organismos nas amostras, através da fórmula:

$$D = n/V$$

sendo, n = número médio de organismos obtido para cada amostra, e

V é o volume em litros de sedimento amostrado.

Os índices de Shannon-Wiener foram utilizados para diversidade e equitabilidade (Shannon & Wiever 1949):

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i,$$

sendo: $p_i = n_i/N$

H' = índice de Shannon-Wiener

p_i = proporção de indivíduos da i-ésima espécie;

\ln = logaritmo de base neperiana (e);

n_i = número de indivíduos amostrados para a espécie i;

N = número total de indivíduos amostrados.

Para cálculo de dominância foi utilizado o índice de Berger-Parker que considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos. Calculado através da seguinte equação:

$$D = N_{\text{máx}}/NT,$$

sendo: N_{max} = o número de indivíduos da espécie mais abundante

NT = o número total de indivíduos na amostra.

As mudanças de padrões de densidade e variabilidade da comunidade bentônica serão resultados de análise de variância computados em programa estatístico específico.

Testes estatísticos não paramétricos foram utilizados para testar a diferença estatística entre os valores das variáveis obtidas para estações e transectos.

4 RESULTADOS

4.1 FATORES ABIÓTICOS

4.1.1 Temperatura do sedimento da praia de Marudá

A temperatura superficial do sedimento na praia de Marudá apresentou média de 31°C. Valor compatível com o esperado para o horário em que foi realizada a amostragem nessa praia, após as 12:00 h.

4.2.1 Temperatura do sedimento da praia de Sacaiteua

A temperatura superficial do sedimento na praia de Sacaiteua apresentou média de 27,3°C. Os valores obtidos estão relacionados às condições de tempo nublado e do horário em que ocorreu a coleta (início da manhã).

4.1.2 Salinidade da água intersticial de Marudá

A salinidade da água intersticial da praia de Marudá variou entre 2,45 e 31,2 ($\bar{x} = 23,04 \pm 7,09$) (Figura 8).

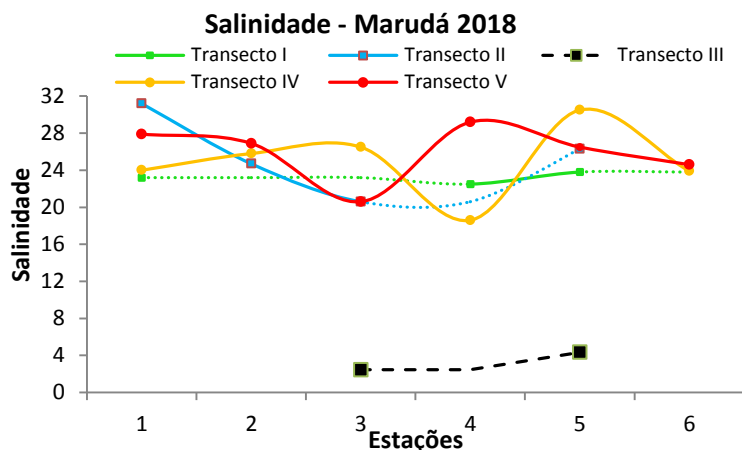


Figura 8- Salinidade da água intersticial registrada nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018

A variação da salinidade foi considerável, especialmente ao longo dos transecto II (20,6-31,2) e IV (18,6-30,5). Não havendo, porém, diferenças significativas entre os valores obtidos para a maioria dos transectos ($p=0,7535$).

Não foi possível testar a diferença dos poucos valores obtidos para o transecto II, os quais foram notadamente mais baixos (2,45-4,33). Esses valores muito baixos foram

obtidos em estações que sofrem a influência direta da descarga fluvial e dos canais de maré nesse setor.

4.2.2 Salinidade da água intersticial de Sacaitewa

A salinidade na praia de Sacaitewa variou de 3,12 a 31,8 ($x = 27,3 \pm 1,5$) (Figura 9). As estações do médiolitoral inferior apresentaram valores mais homogêneos (16,7 a 25, 5).

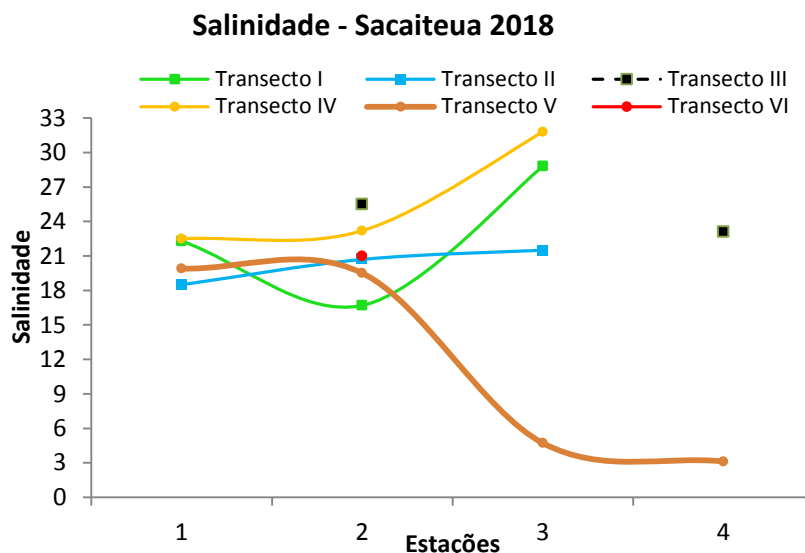


Figura 9- Salinidade da água intersticial registrada nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018.

Nos transectos I e IV, houve aumento considerável nos valores de salinidade na terceira estação do transecto (médiolitoral médio) entre 21 e 31,8, assim chegando próximo ao teor salino das águas marinhas.

Por outro lado, houve uma diminuição brusca na salinidade do transecto V (3,12). Essa ampla variação no teor salino do sedimento pode ser associada ao teor hídrico de água de chuva retida no sedimento ou à influência de canais de maré, presentes na área.

4.1.3 Potencial Hidrogeniônico da água intersticial da praia de Marudá

O pH da água intersticial da praia de Marudá variou entre 6,73 e 7,95 ($x=7,31 \pm 0,39$) (Figura 10), ou seja de levemente ácido a básico, compatível com a água do mar.

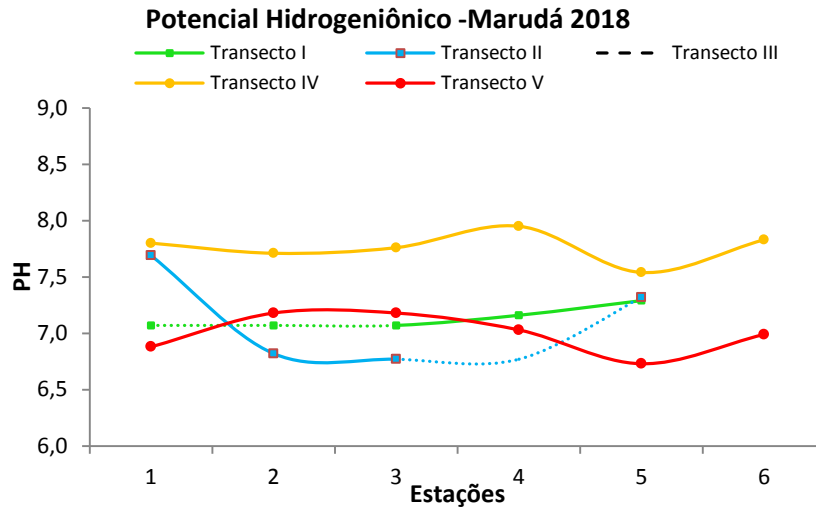


Figura 10- Potencial Hidrogeniônico (pH) da água intersticial registradas nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018.

A variação de pH seguiu um padrão de comportamento distinto ao da salinidade, ocorrendo baixas oscilações ao longo da maioria dos transectos com maiores variações especialmente ao longo dos transectos II (6,77-7,69) e V (6,73-7,18). Não houve diferença significativa entre transectos ($p=0,076$).

As condições de clima e vegetação local, de grande aporte sedimentar proveniente da lixiviação de florestas de manguezal, bem como de outras fontes de matéria orgânica, ajudam a decifrar as concentrações de íons de hidrogênio, denotando leve acidez à água intersticial.

4.2.3 Potencial Hidrogeniônico da água intersticial da praia de Sacaitéua

O potencial hidrogeniônico na praia de Sacaitéua variou de 7,4 a 8,13 ($\bar{x}=7,56 \pm 1,5$) (Figura 11).

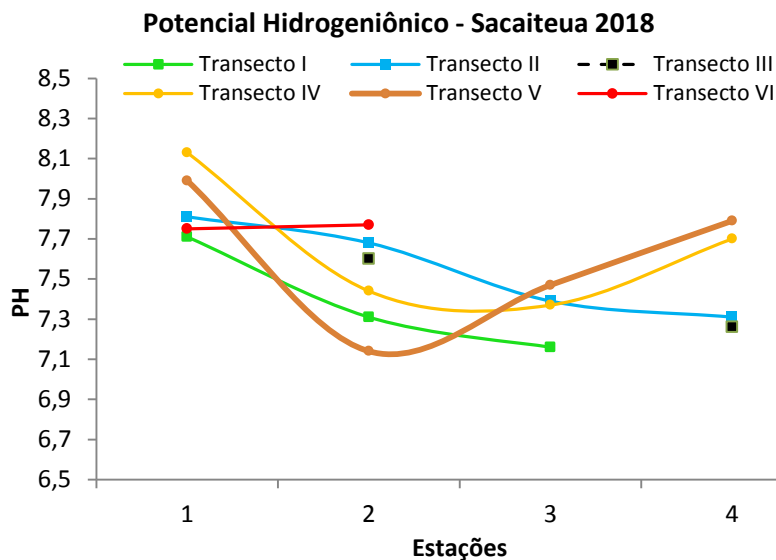


Figura 11- Potencial Hidrogeniônico (pH) da água intersticial registradas nas estações da praia de Sacaiteua, Município de Marapanim (Pará), em dezembro de 2018.

O potencial hidrogeniônico da praia de Sacaiteua apresentou redução do pH entre 8,2 e 7,1, da estação 1 para a estação 2 em todos os transectos. A linha de redução do pH continua até a estação 3, reduzindo de 7,7 para 7,2 quando os níveis de neutralidade ou próximo disso são atingidos. Em algumas das estações do médio litoral superior (Figura13).

4.1.4 Granulometria da praia de Marudá

O sedimento da praia de Marudá (Figura 10) apresentou uma granulometria arenosa fina-siltica, resultado da intensificação hidrodinâmica costeira da região que retrabalhou o sedimento até chegar a esse nível granulométrico.

Os transectos I e II apresentam dominância da fração arenosa, com valores mais elevados de silte e presença de argila apenas na quarta estação do transecto (Figuras 12a e 12b).

O transecto III apresenta valores mais altos de silte e presença de argila nas quatro estações mais baixas, enquanto que, no transecto IV, a presença de silte e argila estão associadas a estações do mediolitoral médio e superior.

Finalmente, no transecto V há dominância de areia com a presença de pequenas frações de silte na quarta e quinta estação do transecto.

Essa disposição espacial das frações granulométricas muito fina (silte e argila) nas estações 4 e 5 disponíveis no mediolitoral médio coincidem com a presença do canal de maré.

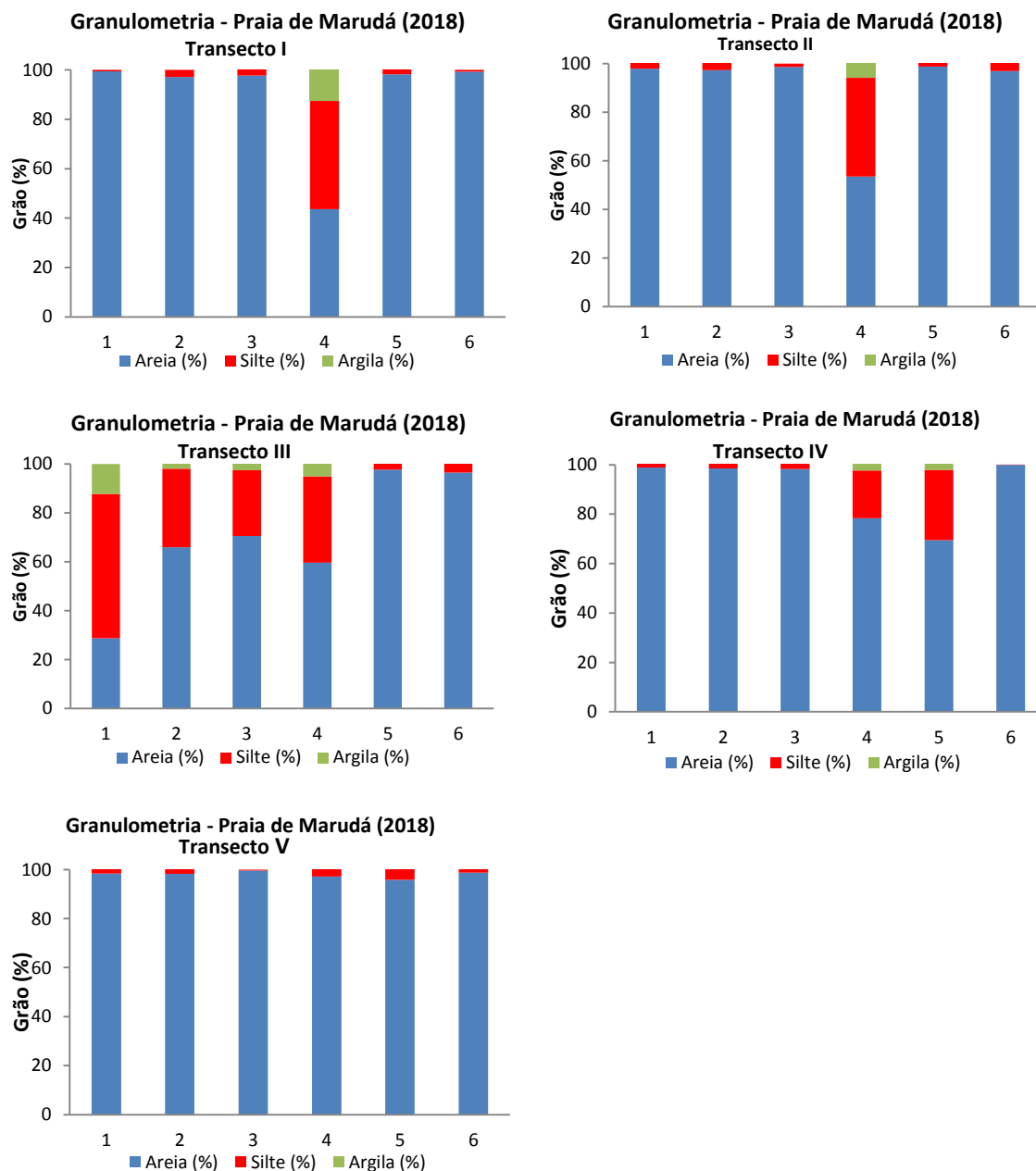


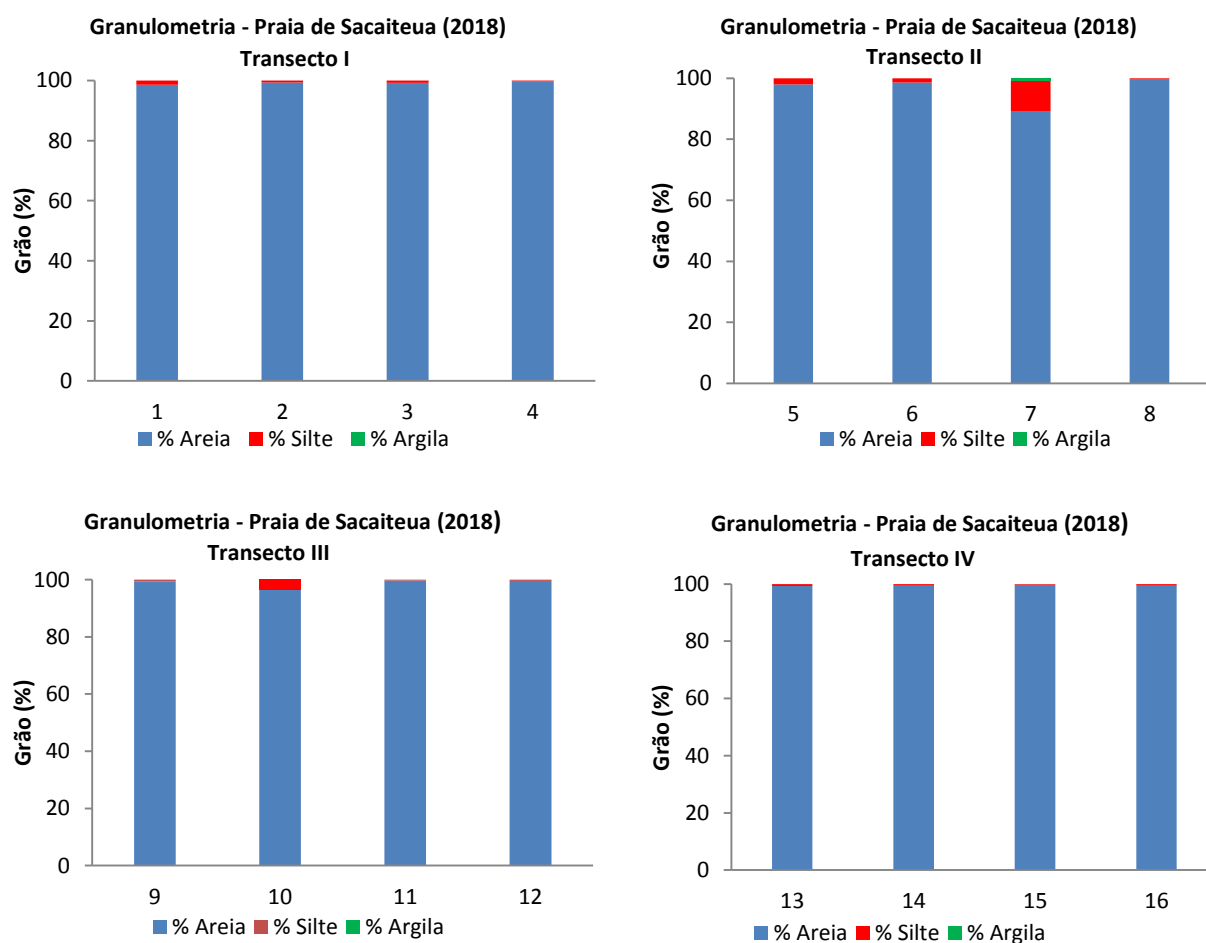
Figura 12- Porcentagens granulométricas obtidas para o sedimento coletado nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018.

4.2.4 Granulometria de Sacaitewa

A constituição granulométrica da praia de Sacaitewa apresentada nos gráficos granulométricos registrou maiores frações de areia grossa, média e fina (acima de 95%) com teores de silte. Maiores proporções de silte foram encontradas nas estações 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 21, 22 e 23 no infralitoral dos transectos I, II, III, IV, V, VI respectivamente. Isso mostra uma variação das características texturais do sedimento que por fluxo fluvial ou ao alto grau de retrabalhamento do sedimento na faixa do

infralitoral permitindo a dominância de areia fina, predispondo assim um padrão homogêneo.

Nas estações 7 e 23 dos transectos II e VI no mesolitoral, região onde se localizava um canal de maré, alterou condições heterogêneas de temperatura (mínima de 25° C), umidade e matéria orgânica. Essa heterogeneidade foi comprovada nas proporções finas de sedimento, com maiores valores para areia fina e teores de silte. As maiores concentrações de silte ficaram restritas às estações 7 e 23 dos transectos II e VI respectivamente em decorrência das condições hidrodinâmicas de deposição serem de menor energia (Figura 13).



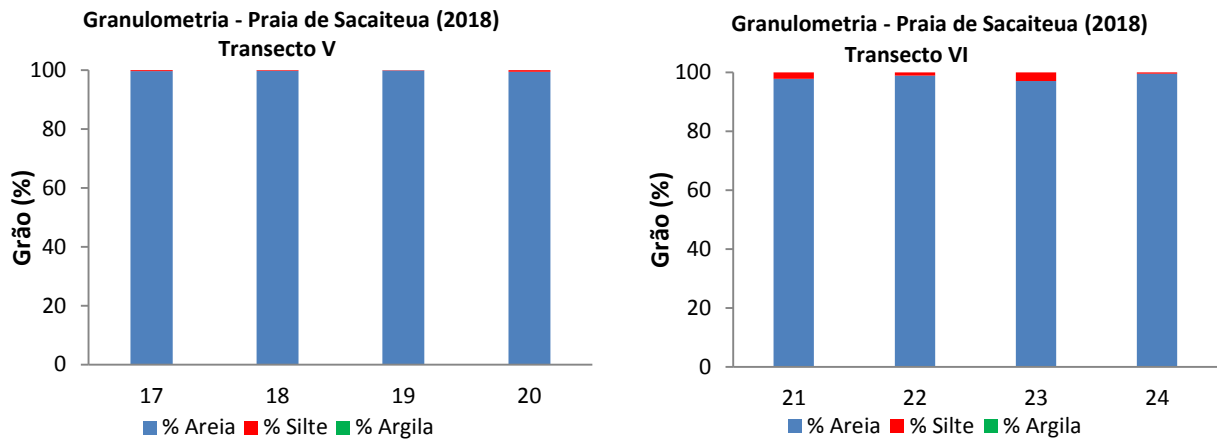


Figura 13- Porcentagens granulométricas a obtidas para o sedimento coletado nas estações da praia de Sacaitéua, Município de Marapanim (Pará), em dezembro de 2018.

No supralitoral houve dominância de areia fina ao longo de todos os pontos relacionados a este transectos, enquanto que os teores de silte se mostraram homogêneos com baixos teores de silte.

A estação 7 do transecto II foi o único que registrou frações de mineral argila nos perfis.

4.1.5 Conteúdo Hídrico do Sedimento da praia de Marudá

Na praia de Marudá, o conteúdo hídrico do sedimento foi bastante variável, de 13 a 52% (Figura 14), sendo mais elevado na quarta estação dos transecto I, II, III e IV. Áreas que coincidem com o canal de maré. As diferenças hídricas foram significativas entre estações (ANOVA, $p < 0,05$), mas não entre transectos da mesma praia (ANOVA, $p = 0,5415$).

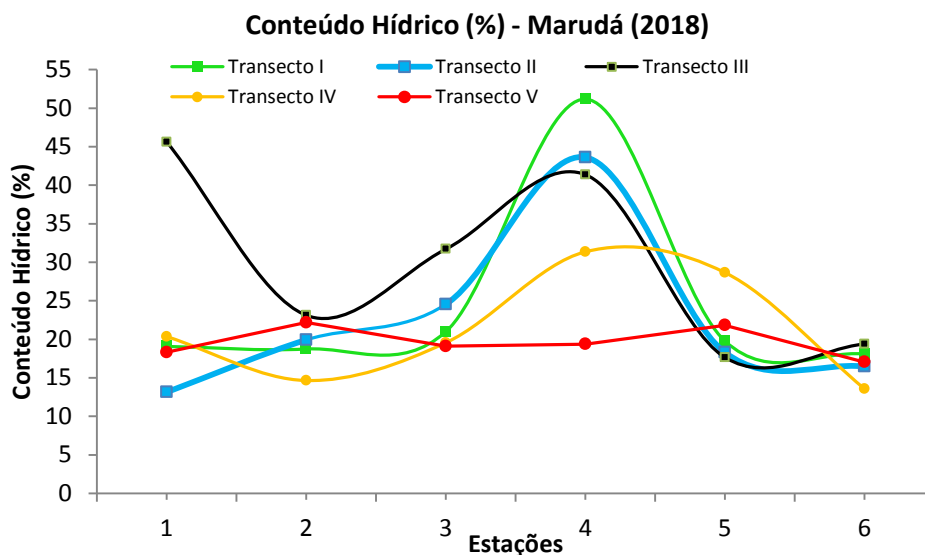


Figura 14- Conteúdo hídrico do sedimento registrados nas estações da praia de Marudá, Município de Marapanim (Pará), em julho de 2018.

4.2.5 Conteúdo Hídrico do Sedimento de Sacaiteua

Em Sacaiteua, o conteúdo hídrico do sedimento também foi bastante variável, e de 6,9 a 34,3% (Figura 15). De modo semelhante à Marudá, as porcentagens mais elevadas estiveram associadas ao MLI ou à área de canais de maré que possuem um tempo de espera para a próxima maré.

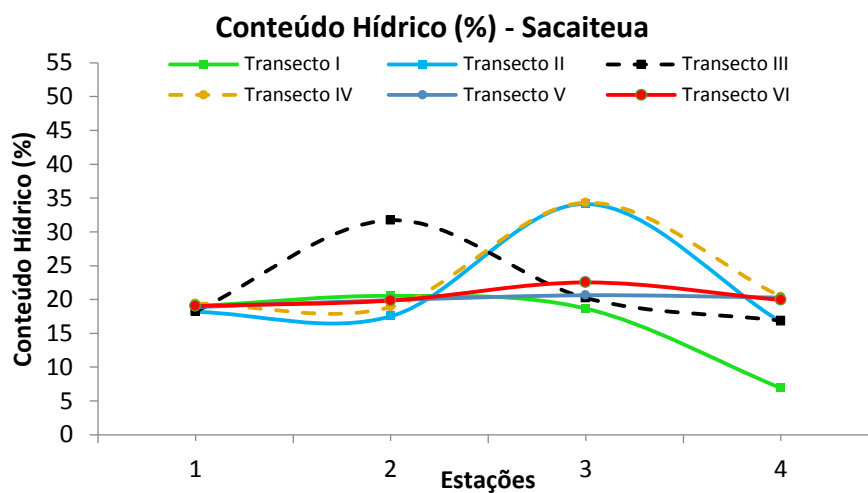


Figura 15- Potencial Hídrico da água intersticial registradas nas estações da praia de Sacaiteua, Município de Marapanim (Pará), em dezembro de 2018.

4.2 FATORES BIÓTICOS

4.2.1 Macrofauna bentônica da praia de Marudá e Sacaiteua

Nas praias de Marudá e Sacaiteua, foram encontrados um total de 107 organismos, pertencentes a 23 táxons e quatro filos, Annelida (nove táxons), seguido por Mollusca (seis táxons), Arthropoda (sete táxons), Nemertea (um táxon). Entre os quais, os grupos, Polychaeta e Crustacea foram os mais abundantes (nove e seis organismos, respectivamente) (Tabela 1).

Na praia de Marudá foram registrados 101 organismos, pertencentes a 23 táxons e quatro filos.

Para a praia de Sacaiteua foram caracterizados 78 organismos, pertencentes a 17 táxons e três filos, Annelida (12 táxons), seguido por Mollusca (três táxons), Arthropoda (dois táxons).

Tabela 1- Táxons encontrados nas praias de Marudá e Sacaiteua

(continua)

Grupo	Família/ Gênero/ Espécie	Marudá 02/07/2018	Sacaiteua 16/12/18
Nemertea	Nemertidae	•	•
Polychaeta	Nephtyidae	•	•
	Capitellidae	•	•
	Hesionidae	•	•
	Nereididae	•	•
	Pilargidae	•	•
	Goniadidae	•	•
	Spionidae	•	•
	Glyceridae	•	•
	Orbiniidae	•	•
	Lumbrineriidae		•
	Paraonidae		•
	Maldanidae		•
	Mollusca Bivalvia	<i>Tellina</i> sp	•
<i>Tivella</i> sp		•	
<i>Anomalocardia</i> sp		•	•
<i>Phacoide pectinatus</i>		•	•
<i>Donax</i> sp		•	
<i>Corbula</i> sp		•	
Mollusca Gastropoda	<i>Nassarius</i> sp	•	
	Corophiidae	•	•

(conclusão)

Grupo	Família/ Gênero/ Espécie	Marudá 02/07/2018	Sacaiteua 16/12/18
Crustacea Brachyura	Xanthidae sp.	●	
	Brachyura (megalopa)	●	
	Porcellanidae	●	
Crustacea Anomura	<i>Axiopsis</i> sp		
	Paguridae	●	
Crustacea Isopoda	Meridae		●
Crustacea Amphipoda	<i>Elasmopus</i> sp.	●	

Fonte: Do autor

Grande parte dos táxons foi encontrado em ambas as praias, o que demonstra a conectividade da fauna regional.

Na praia de Marudá, a diversidade de grupos foi maior. Além dos Polychaeta, um número expressivo de moluscos e crustáceos foram encontrados.

Em Sacaiteua, a diversidade de grupos, no entanto, foi menor, porém foi encontrada uma maior riqueza de Polychaeta, com menor número de espécies de Mollusca e Crustacea.

4.2.2 Riqueza da praia de Marudá

Os resultados de riqueza obtidos para Marudá em geral foram baixos e bastante variáveis entre transectos e ao longo destes. Nos transectos I, II e III ocorreu maior riqueza. (Figura 16).

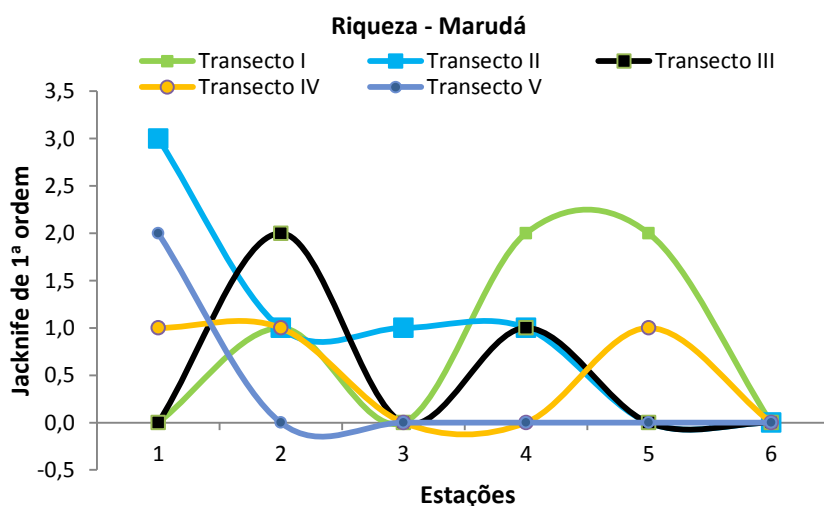


Figura 16- Riqueza (Jackknife de 1ª Ordem) do macrobentos encontrados na praia de Marudá, em julho de 2018.

4.2.3 Riqueza da praia de Sacaitéua

Os resultados de riqueza obtidos para Sacaitéua foram muito baixos, especialmente nos transectos I, II e III. Na 3ª estação dos transectos IV e VI ocorreram os mais valores de riqueza. (Figura 17).

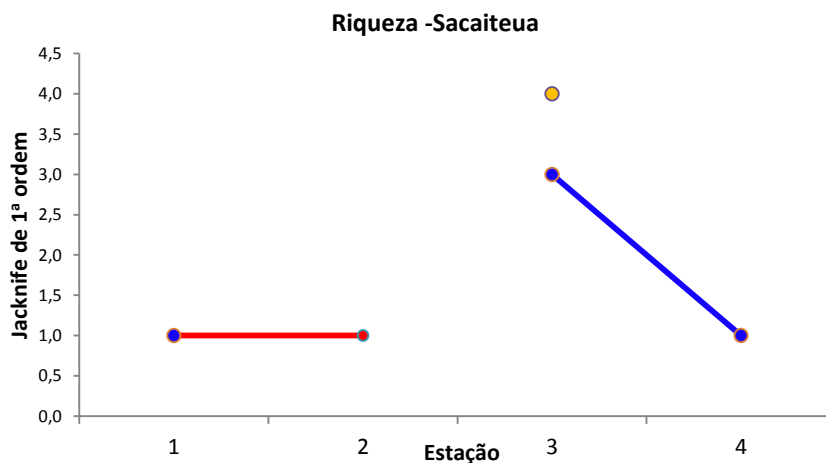


Figura 17- Riqueza (Jackknife de 1ª Ordem) do macrobentos encontrados na praia de Sacaitéua, em dezembro de 2018.

4.2.4 Diversidade da praia de Marudá

Na diversidade da praia de Marudá foram obtidos baixos valores de diversidade para todos os transectos, com exceção dos transectos II e V no médio litoral inferior, onde foram registrados valores de 1,3 e 2,1 bits/ind, indicando valores médios. O transecto I apresenta 1 bit/ind na quarta e quinta estações, que estão associadas a um canal de maré. Já nas demais estações dos transectos de infra, meso e supralitoral não atingiram valores suficientes para cálculo de diversidade (Figura 18).

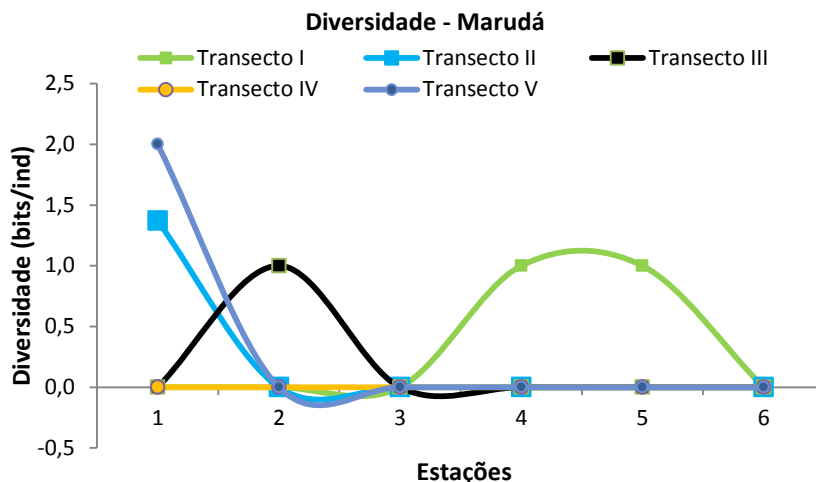


Figura 18- Diversidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, em julho de 2018.

4.2 5 Diversidade na praia de Sacaitéua

Na praia de Sacaitéua, foram obtidos valores muito baixos para diversidade (Figura 19), com exceção da estação 3 do transecto IV, onde foi registrado o valor de 2,01 bits/ind caracterizando uma diversidade média e também o maior valor alcançado dentre todos os transectos. Os transectos I, II e III não atingiram valores suficientes para registro.

No transecto V, foi apontado o valor de 0,5 bits/ind na segunda estação, pertencente ao infralitoral; já no transecto VI foi registrado o valor de 0,73bits/ind na terceira estação, que faz parte do mesolitoral, em que pode ser considerado como diversidade muito baixa.

Os valores de diversidade alcançados na segunda e terceira estação (infralitoral e mesolitoral), e somente nesses estratos foi possível registrar presença de organismos significativa para o cálculo de diversidade (Figura 19).

É possível notar que os valores médios para cada transecto não ultrapassaram o valor de 0,5 bits/ind (transecto IV).

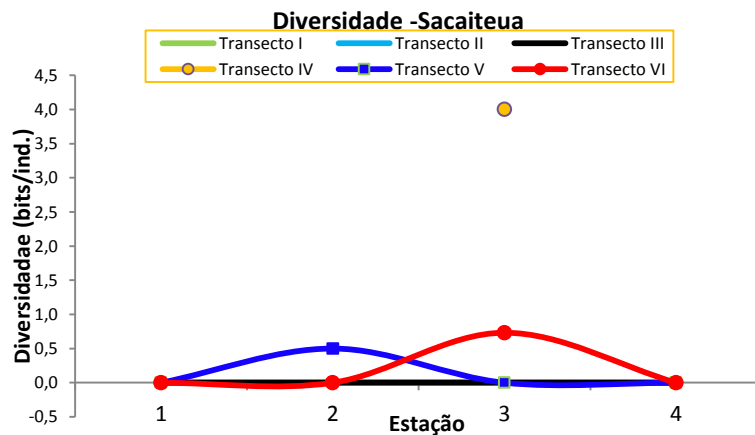


Figura 19- Diversidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaiteua, em dezembro de 2018.

4.2.6 Densidade dos organismos na praia de Marudá

Na praia de Marudá, as densidades variaram de 0,2 a 5 indivíduos por 0,032 m³(Figura 20). Houve registos de maior ocorrência. Densidades levemente maiores ocorreram nos transectos I e II, mostrando um grau íntimo entre as espécies com o teor de umidade nos interstícios de mesmos transectos correspondentes.

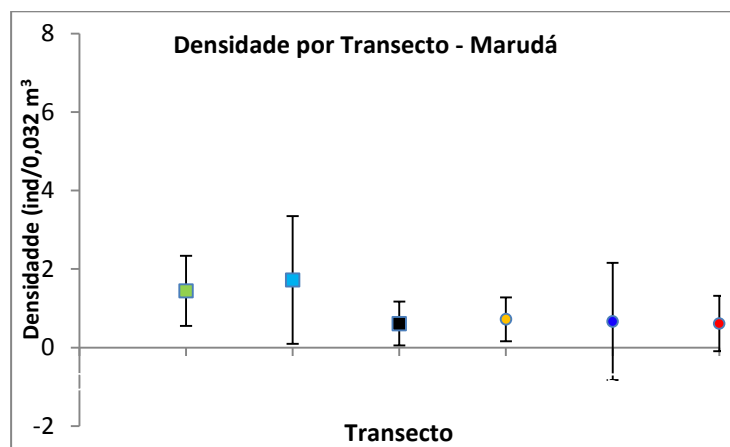


Figura 20- Densidade de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, em julho de 2018.

4.2.7 Densidade dos organismos na praia de Sacaiteua

Na praia de Sacaiteua, as densidades variaram de 0,5 a 28,5 indivíduos por 0,032 m³ (Figura 21), sendo os valores mais elevados correspondem ao poliqueta *Laeonereis acuta* (Treadwell 1923). As maiores densidades ocorreram nos transectos I, II e IV,

mostrando um grau íntimo entre as espécies com o teor de umidade nos interstícios de mesmos transectos correspondentes.

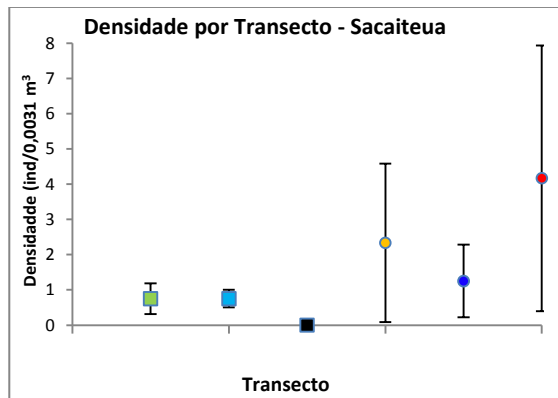


Figura 21- Densidade de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaitéua, em dezembro de 2018.

4.2.8 Equitabilidade da praia de Marudá

Os índices de equitabilidade apresenta padrões ecológicos da praia de Sacaitéua favoráveis a um bom equilíbrio trófico, tendo a estação 3 (transecto 4) da zona de mesolitoral atingido 1 bit/ind que caracteriza como bom indicador. Na mesma estação 3, transecto 6, no mesolitoral é percebido um nível em torno de 0,5 bits/ind para que fortalece essa zona estável ecologicamente. Nos demais estratos, não houve presença organismos que permitissem os cálculos (Figura 22).

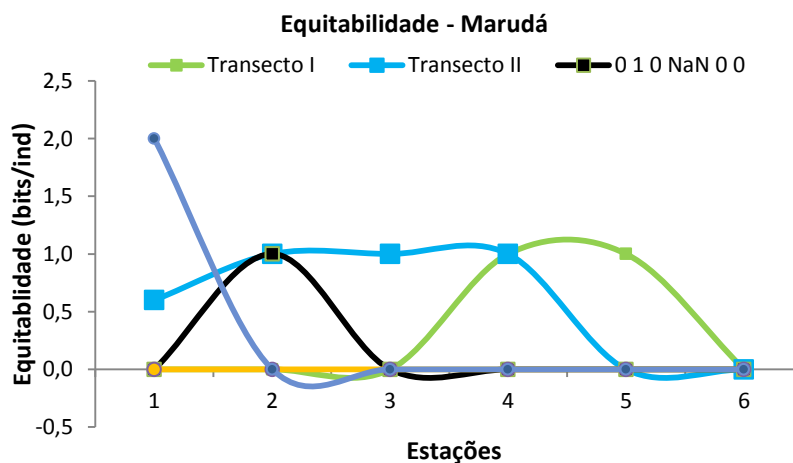


Figura 22- Equidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Marudá, julho de 2018.

4.2.9 Equitabilidade da praia de Sacaitewa

Os índices de equitabilidade representam uma distribuição equitativa dos indivíduos entre as espécies. Na praia de Sacaitewa, a terceira estação do transecto IV (zona de mesolitoral) atingiu 1 bit/ind que caracteriza um bom indicador. Na mesma zona, a terceira estação do transecto VI, de 0,5 (bits/ind). Nos demais estratos, não houve presença organismos que permitissem os cálculos (Figura 23).

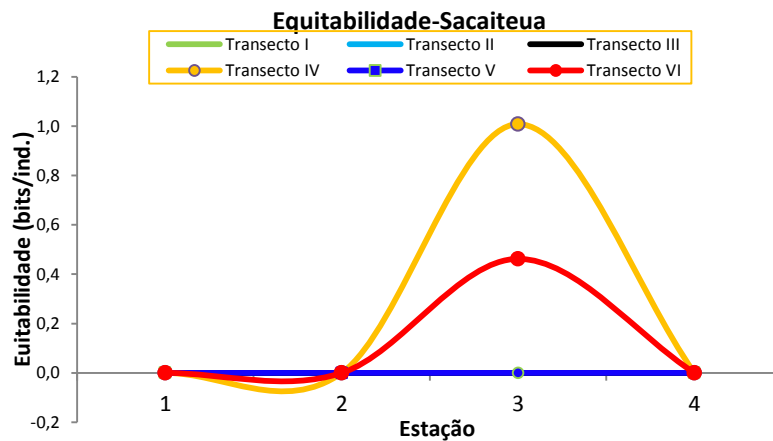


Figura 23- Equitabilidade (Shannon-Wiener) de organismos do macrobentos encontrados na Praia de Sacaitewa, em dezembro de 2018.

5 DISCUSSÃO

Na praia de Marudá, a temperatura média apresentou valores mais elevados se comparados aos registrados para Sacaiteua e se deve ao horário da coleta em questão, quando o sedimento recebe energia radiação durante as doze primeiras horas do dia transformando essa energia em calor.

Os valores de salinidade registrados para as duas praias não diferiram grandemente. Os valores de Marudá foram em média mais baixos e mais heterogêneos do que os de Sacaiteua, certamente tendo em vista a localização com maior influência estuarina da mesma.

Os valores de salinidade presente na água intersticial de Sacaiteua registrou baixas oscilações (17 a 32) com uma extremo mínimo de 3 em um ponto no supralitoral do transecto V em decorrência de uma canal de maré localizado no supra litoral próximo esse ponto. Os níveis salinos em Marudá foram bem mais variáveis, especialmente nas estações dos transectos I e II situada no canal de maré sob forte influência da descarga fluvial.

Segundo Bêrredo (2006), as águas do estuário do rio Marapanim são levemente aquecidas (27° a 30°), influenciadas pela evaporação no período de estiagem, efeitos amenizados quando os alísios de sudeste sopram fortemente ou nas mudanças de maré.

A praia de Marudá foi mais heterogênea no que diz respeito aos valores de pH, tendo um de seus lados valores mais ácido nas estações 3 e 4 inseridos dentro do canal no mesolitoral e medidos durante a maré vazante registrando influência das água estuarina sobre o sedimento do canal.

Em Sacaiteua, todos os transectos apresentaram pH, compatíveis com os valores esperados para a água do mar, porém houve oscilações de pH de 8,2 a 7,2, mostrando certo equilíbrio em águas fluviais e marinhas sobre os padrões hidrogeniônicos do sedimento.

Houve maior presença significativa no teor de silte na praia de Marudá, esse aumento pode-se associar a relação direta com a contribuição sedimentar dos manguezais que registram cerca de 70% de silte (Bêrredo 2008), deslocando-se até a praia possivelmente pelo fluxo dado canal de maré no mesolitoral carregado pelo rio Marapanim. A argila baixa porcentagem nas amostras analisadas, proveniente de acreção lamosa proveniente do escoamento superficial. Esses dados mostram o grau de dinamismo do ambiente costeiro adjacente. Do ponto de vista morfológico a Formação

Barreira (Paleógeno) é a principal formação da área e fonte de areia, silte e argilominerais e quartzo (Berrêdo 2008).

O conteúdo hídrico do sedimento foi também mais elevado e mais variável em Marudá (13 a 52%) do que em Sacaiteua (6,9 a 34,3%). As diferenças foram significativas entre estações da mesma praia, bem como entre praias, como é esperado para diferenças entre praias com graus diferentes de hidrodinamismo.

Ambas as praias estão localizadas a leste da desembocadura do rio Pará sofrem influência com a descarga hídrica e sedimentar na dinâmica costeira. Porém, na praia de Sacaiteua foi observado um ambiente altamente dinâmico pelo alto grau de exposição. Isto está demonstrado na diferença das frações granulométricas, tendo em Sacaiteua uma predominância de areia fina, enquanto que em Marudá, além de areia fina foram registradas frações significativas de silte e argila em várias estações.

O grande fluxo de água e as fortes correntes, características de regiões dominadas por regime de macromarés, dificultam a deposição de partículas finas em água rasa, como nas praias expostas ou naquelas localizadas na desembocadura de estuários (Alves *et al.*, 2005)

A exemplo dessa influência, temos o rio Pará, formado pela confluência entre o rio Amazonas e o Tocantins, onde adquire o status de segundo rio do sistema amazônico de drenagem. Drena uma área, aproximada, de $0,7 \times 10^6$ km² e possui uma vazão estimada em cerca de $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Monteiro 2009).

As correntes de marés são as principais responsáveis pela presença dos vastos bancos de areias, que na foz do rio Pará e *offshore* da Ilha dos Guarás (Mariteua), se dispõem perpendicularmente à costa (Macola; EL-Robrini, 2004). Sob influência deste mesmo rio, a região de Marapanim recebe aporte terrígeno da descarga fluvial após a reflexão da vazão na foz.

Trabalhos realizados na área de estudo mostram que a região além de ser influenciada por um complexo sistema constituído pelos estuários dos rios Marapanim e Maracanã e pelas condições de maré, é também fortemente influenciada por variações climáticas locais, como mostra Souza (2010).

A macrofauna bentônica da praia de Marudá variou espacialmente, demonstrando a variabilidade do ambiente. Os índices ecológicos parecem responder a essa variabilidade, especialmente à granulometria mais fina e ao conteúdo hídrico do sedimento.

Isso se deve as condições morfodinâmicas de ambas às praias que contam com sistema de canais, abriga uma macrofauna mais rica e densa. A Heterogeneidade

ambiental atenuantes dos fatores ambientes mantém os padrões físicos químicos adequados à criação desses micro-habitats em meio a zona entremarés.

O grupo de maior abundância nas praias estudadas foi Polychaeta. Esse grupo possui diferentes formas de adaptação alimentares e de deslocamento vertical e horizontal no substrato. Manino, Montagna (1997) consideram que a maior deposição de grãos finos favorece a abundância de anelídeos poliquetas pois facilita seu deslocamento e oferece maior quantidade de alimentos.

Segundo Dexter (1992), os anelídeos tendem a dominar regiões protegidas e com substrato composto por sedimentos de baixa granulometria.

A família Nephtyiidae foi dominante em Marudá. Os organismos dessa família são carnívoros e se alimentam de pequenos moluscos, crustáceos e poliquetos. Santos (2014) e Santos (2018) obtiveram resultados semelhantes em estudos em praias dissipativas na costa nordeste paraense.

Essa dominância não se repetiu na praia de Sacaiteua, onde teve maior ocorrência da família Nereididae.

Na correlação entre parâmetros hídricos e densidade de organismos da praia de Marudá foi observado um crescimento no número de organismos em direção a zona de Médio Litoral Inferior (MLI). A maior proximidade dessa faixa da praia em relação ao corpo hídrico e as características do sedimento em questão favorecem os parâmetros biológicos, tais como abundância, densidade e riqueza, das comunidades praias (Howard, Dorjes 1972; Omenal, Amaral 1997, Borzone *et al.* 2003).

De modo geral, a dispersão espacial nas praias de Sacaiteua e Marudá apresentaram padrões semelhantes entre si, com maiores índices de diversidade e dominância em Marudá em relação à Sacaiteua, principalmente com maiores concentrações de organismo nas zonas MLI e MLM, bem como, em estações dentro dos canais de maré.

Uma hipótese plausível para isso ter ocorrido, segundo (Prost 1997) está na localização da Praia de Marudá que se encontra a leste da ilha de Maiandeuá - Maracanã-Estado do Pará, que serve de proteção a sua costa permitindo uma melhor colonização dessas extensas faixas de areia sob menor estresse hídrico causadas por agentes físicos, como ondas e correntes de maré. Tendo ainda, como efeito da temperatura atuante na velocidade dos processos metabólicos em espécies aquáticas ectotérmicas, influenciando a sobrevivência, desenvolvimento e comportamento dos organismos (Kinne 1970, Newell & Branch 1980), bem como observado nos micro ambientes úmidos formado por canais de maré.

Santos (2018) quantificou 270 organismos e 27 táxons em dois períodos sazonalmente distintos na praia do farol Velho- Salinas, com morfologia semelhante a do presente estudo, tendo a família dos poliquetas como dominante. Confirmando com os resultados obtidos por Rosa Filho *et al.* (2011) o qual registrou para as praias da ilha de Algodão uma dominância de anelídeos em todas as zonas do entremarés, representando aproximadamente 85% do total dos organismos.

Diante das similaridades ambientais entre as praias citadas e o presente estudo, padrões de equitabilidade, riqueza e diversidade se mantiveram dentro de uma margem “padrão” registrada anteriormente, porém esse padrão não é, e nem pode ser classificado como padrão diante das limitações de referência, por isso fica explícito a importância de um maior monitoramento e investigação dessa fauna no litoral paraense.

6 CONCLUSÃO

Na praia de Marudá, a temperatura média apresentou valores mais elevados se comparados aos registrados para Sacaitéua. Marudá também foi mais heterogênea no que diz respeito aos valores de salinidade e pH. Em Sacaitéua, todos os transectos apresentaram pH, compatíveis com os valores esperados para a água do mar.

Houve maior presença significativa no teor de silte e o conteúdo hídrico foi mais elevado na praia de Marudá, esse aumento pode-se associar a relação direta com a contribuição sedimentar dos manguezais.

As diferenças foram significativas entre estações da mesma praia, bem como entre praias, como é esperado para diferenças entre praias com graus diferentes de hidrodinamismo. O grande fluxo de água e as fortes correntes, características de regiões dominadas por regime de macromarés, dificultam a deposição de partículas finas em água rasa, como nas praias expostas ou naquelas localizadas na desembocadura de estuários.

A macrofauna bentônica encontrada nas praias arenosas estudadas de Marapanim constituiu-se de organismos macroinvertebrados marinhos e estuarinos, sendo dominada por anelídeos e moluscos, além de pequenos crustáceos.

A distribuição da macrofauna parece ser influenciada pelas características abióticas do sedimento: salinidade e pH da água intersticial, características granulométricas e especialmente umidade.

Grande parte dos táxons foram encontrados em ambas as praias, o que demonstra a conectividade da fauna regional. Na praia de Marudá, porém a diversidade de grupos foi maior. Além dos Polychaeta, um número expressivo de moluscos e crustáceos foram encontrados. Em Sacaitéua, a diversidade de grupos, no entanto, foi menor, porém foi encontrada uma maior riqueza de Polychaeta, com menor número de espécies de Mollusca e Crustacea.

O filo Annelida foi o dominante, superando os táxons dos filos Mollusca e Arthropoda (subfilo Crustacea); sendo uma espécie de Nephytiidae o organismo mais importante na praia de Marudá, enquanto que, uma espécie de Nereiididae dominou em Sacaitéua.

Os artrópodes, em geral, apresentaram preferência pela zona com menor umidade, onde a salinidade foi o parâmetro mais importante para a variação da macrofauna e os poliquetas tiveram distribuição mais ampla na praia.

De modo geral, a dispersão espacial nas praias de Sacaitéua e Marudá apresentaram padrões semelhantes entre si, com maiores índices de diversidade e dominância em Marudá em relação à Sacaitéua, principalmente com maiores concentrações de organismos nas zonas MLI e MLM, bem como, em estações dentro dos canais de maré.

As diferenças na composição, abundância e parâmetros ecológicos entre as duas praias podem ser atribuídos à diferença na localização das praias, pois praias menos expostas, como Marudá, permite uma melhor colonização dessas extensas faixas de areia, sob menor estresse hídrico causado por agentes físicos, como ondas e correntes de maré.

Este estudo amplia o conhecimento da macrofauna bêntica para a região e demonstra sua relevância na avaliação da qualidade ambiental.

Diversos autores, porém tem relatado grandes modificações na morfodinâmica praias em períodos sazonais diferentes, por isso sugerimos a necessidade de amostragens em outros períodos do ano, a fim de ampliar a caracterização da praia e de sua biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- Alves M.A.M. da S., El-Robrini M. 2006. Morphodynamics of a macrotidal beach: Ajuruteua, Bragança north Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 39: 949-951. (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium).
- Alves M., El-Robrini M., Souza-Filho P.W.M., Farias R.; França C.F. 2005. Morfodinâmica das praias de meso-macromarés da zona costeira do estado do Pará. In: 10º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, *Anais...* Vitória. 1 CD-ROM.
- Amaral A.C.Z., Morgado E.H., Lopes P.P., Belucio L.F., Leite F.P.P. e Ferreira C.P. 1990. Composition and distribution of the intertidal macrofauna of sandy beaches on São Paulo coast. In: 71º Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo, ACIESP, *Anais...* São Paulo. p. 258-279.
- Amaral A.C.Z. & Nonato E.F. 1996. *Annelida Polychaeta*: características, glossário e chaves para famílias e gênero da costa brasileira. Campinas, SP, Editora da Unicamp, 124 p.
- Amaral A.C.Z. *et al.* 2003. Biodiversidade bêntica da região sul-sudeste da costa brasileira. *REVIZEE Score Sul, Bentos*. São Paulo, Brasília,DF, MMA,41p.
- Amaral A.C.Z. *et al.* 2010. *Araçá: biodiversidade, impactos e ameaças*. *Biota Neotropica*, **10**(1): 219-264.
- Amaral A.C.Z., Aparecida N., Nallin H. 2011. *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil*. Campinas, SP: Editora da Unicamp/ib. 573 p.
- Araújo Junior W.P. 2012. *Conectividade hidrodinâmica entre dois estuários Amazônicos de macromaré*. MD Dissertation, Universidade Federal do Pará, Bragança. 61 p.
- Bartels J. & Angenheiste G. 1970. *Geofísica*. [S.l.]: Meridiano Limitada. 403p.
- Berredo J.F., Costa M. L., Progene M. P. S. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. *Acta Amazônica*, **38** (3):473-482.
- Brasil. *Lei n.º. 9.985* de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o Art. 225 § 1o, Incisos I, II, III e VI da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: www.planalto.gov. Acesso em: 20/06/2019.
- Baia L.B. 2018. *Análise multitemporal da variação da linha de costa em praias do município de Marapanim, nordeste do Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia). Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidades Federal do Pará, Belém. 44 f.
- Barreira C. de A. R., Monteiro D. de O., Franklin Júnior W. 2001. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, **34** (1-2): 23-38.

- Borba T. A. C. 2011. *Morfodinâmica e hidrodinâmica de praias do litoral Nordeste Paraense, Brasil*. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 39 p.
- Borzone C.A., Melo S.G., Rezende K.V., Vale R; Krul R. 2002. Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments: a case study in two Brazilian beaches. *Journal of Coastal Research*, **35**: 472-480.
- Braga C. F., Beasley C. R. e Isaac V. J. 2009. Effects of Plant Cover on the Macrofauna of Spartina Marshes in the Northern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **52**: 1409-1420.
- Brauko K.M., Souza F.M., Muniz P., Camargo M.G., Lana, P.C. 2015. Spatial variability of three benthic índices for marine quality assessment in a subtropical estuary of Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, **91** (2): 454-460.
- Burke L., Kura Y., Kassem K., Revenga C., Spalding M. e Macallister D. 2001. Pilot Analysis of Global Ecosystems. Coastal Ecosystems. Washington, D.C. *World Resources Institute*. E-Book. ISBN 1-56973-458-5 **13** 77 p. Disponível em: http://pdf.wri.org/page_coastal.pdf. Acesso em: 20/06/2019.
- Calliari L J et al. 2003. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. *Brazilian Journal of Geology*, **51**(1):63-78.
- Camargo M.G. 2016. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, **36** (2): 371-378.
- Campos R. I. R., Nascimento M. D. S., Costa Mendonça S. 2017. Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo (PA): Processo de criação e perspectivas para o turismo. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, **10** (2): 300-327.
- Cardoso C.D.P. 2006. *Estudo da macrofauna bêntica de praias arenosas do parque estadual da Ilha do Cardoso-SP, como subsídio a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental a derrames de petróleo*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ecologia), Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.65 p.
- Colling A., Bemvenuti C. 2011. Organismos Bentônicos. In: Calazans D. *Estudos oceanográficos: do instrumental ao prático*. 1º ed. Pelotas, *Editora Textos*. p. 276-295.
- Custódio M.R., Hajdu E. 2011. Checklist de porifera do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, **11**(1): 427-444.
- Day J. H. 1967. A monograph on the Polychaeta of Southern Africa: Part I Errantia. London, *Bristish Museum (Natural History)*, 374 p.
- Dauvin J. C. 2007. Paradox of estuarine quality: Benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, **55** (1-6): 271-281.
- Degraer S., Volckaert A., Vincx, M. 2003. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **56** (3-4): 459-468.

- Dexter D. M. 1983. Community structure os intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. *In: Mclachlan A. & Erasmus T. (eds). Sandy beach as ecosystems.* The Hague, D. W Junk Publ Port Elizabeth, South Africa, p. 241-472.
- Diener D. R., Fuller S.C., Lissner, A., Haydock C. I., Maurer, D., Robertson G., Gerlinge, T. 1995. Spatial and temporal patterns of the infaunal community near a major ocean outfall in Southern California. *Marine Pollution Bulletin*, **30**(12): 861-878.
- El-Robrini, M. *et al.* 2006. Atlas de erosão e progradação da zona costeira do Estado do Pará–Região Amazônica: Áreas oceânica e estuarina. *Atlas de Erosão e Progradação da Zona Costeira Brasileira.* São Paulo, p. 1-34.
- El-Robrini M., Silva M. A. M. A., Souza Filho P. W. M., El-Robrini M. H. S., Silva Jr O. G., França C. F. 2006. Pará. *In: Muehe D. (org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro.* Brasília: MMA. p 41-86.
- Etter R.J., Mullineaux L.S. 2001 Deep-sea communities. *In: Bertness M.D., Gaines S.D., Hay M.H. (eds.) Marine community ecology.* Sinauer, Sunderland. p.367-393.
- Franzinelli E. 1982. Contribuição à geologia da Costa do Estado do Pará, entre as Baías de Curuçá e Maiaú. *In: 4º Simpósio do Quaternário do Brasil, Atas...* Rio de Janeiro, p. 305-325.
- Gage J.D. & Tyler P.A. 1991. *Deep-sea biology. A natural history of organisms at deep-sea floor.* Cambridge, University Press. 504p.
- Giere O. 2009. *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments.* Berlin Heidelberg, Springer, 527p.
- Gomes T. P. & Rosa-filho J. S. 2009. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). *Iheringia, Sér. Zool, Porto Alegre*, **99**(2): 210-126.
- Gray J. S. & Elliott M. 2009. *Ecology of marine sediments*, 2nd edition. Oxford University Press, 265 p.
- Hegge B., Eliot L., HSU J. 1996. Sheltered sandy beaches of Southwestern Australia. *Journal of Coastal Research*. **12** (3): 748-760.
- Holme N.A. & McIntyre A.D. 1984. *Methods for the study of Marine Benthos*, 2nd edition Blackwell Scientific Publications, London, 387 p.
- Howard J.D. & Dorjes J. 1972 Animal-sediment relationships in two beach-related tidal flats, Sapelo Island, Georgia. *Journal of Sedimentology and Petrology*, **42**(3): 608-623.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Cidades @. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acesso em 20/06/2019.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2012. *Manual técnico de vegetação Brasileira.* 2.ed. Rio de Janeiro. 271p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. 2018. *População estimada. Estimativas da população residente com data de referência 1 de julho de 2018.*

- Jackson N.L., Nordstrom K.F., Eliot I., Masselink G. 2002. "Low-energy" sandy beaches in marine and estuarine environments: a review. *Geomorphology*, **48** (SI): 147-162.
- Jackson N.L. & Nordstrom K.F. 1992. Site-specific controls on wind and wave processes and beach mobility on estuarine beaches. *Journal of Coastal Research*, **8**(1): 88-98.
- Knox G.A. 1977 *The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities*. In: Reish D.J & Fauchald K. (eds). *Essays on polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman*. Los Angeles, Calif. Allan Hancock Foundation, University of Southern California p. 547-604.
- Lana P. C. et al 1996, *O bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico*. FEMAR, Rio de Janeiro, 431 p.
- Levinton J. 2009. *Marine Biology. Function, biodiversity, ecology*. 3rd ed. Oxford, Oxford University Press, 523 p.
- Manino A. & Montagna P. A. 1997. *Small-scale spatial variation of macrobenthic community structure*. *Estuaries*, **20** (1): 159-173.
- Martorano L. G. et al. 1993. Estudos climáticos do estado do Pará. Classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather). SUDAM, Belém, EMBRAPASNLCS, Rio de Janeiro 53 p.
- McLachlan A. & Brown A. C. 2006. *The Ecology of Sandy shores*. New York, Elsevier. 373 p.
- McLachlan A. 1980 Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Marine Environmental Research*, **4** (1): 59-63.
- McLachlan A., Dorvlo A. 2005 Global patterns in sandy beach microbenthic communities. *Journal of Coastal Research*, **21** (4): 674-687.
- Monteiro S. M. 2009 *Dinâmica dos parâmetros abióticos na zona de mistura do estuário do rio Paracuarí e Ilha de Marajó (PA)*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 137 p.
- Moore J. 2006. *An introduction to the invertebrates*. 2 ed. Cambridge, Cambridge University Press. 319p.
- Morais G C. et al 2011. *Estrutura das assembléias de macroinvertebrados de substratos rochosos no litoral de Curuçá, Nordeste do Pará, Brasil*. MS Dissertation, Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém, 92 f.
- Negrão Y.S. 2018 *Vulnerabilidade costeira e classificação da orla de praias de Marapanim, Nordeste paraense*. Trabalho de conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 63 f.

- Nittrouer C. A. & Demaster D.J. 1996 The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, **16** (5/6): 553-573.
- Nordstrom K.F., & Jackson N.L. 1992. Two-dimensional change on sandy benches in meso-tidal estuaries. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. **36** (4): 465-478.
- Nordstrom K.F. 1992. *Estuarine Beaches: an introduction to the physical and human factors affecting use and management of beaches in estuaries. Lagoons. Bays and Fjords*. London, Elsevier Applied Science, 225 p.
- Pereira C.R. & Gomes S.A. 2009. *Biologia marinha*. 2 ed. Rio de Janeiro, Interciência Ltda, p 339-360.
- Pereira L.C. C., Dias J.A., Carmo J. A., Polette M. A. 2009 Zona Costeira Amazônica Brasileira. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. **9** (2): 3-7.
- Pollock L.W. & Hummon W. D. 1971 Cyclic changes in interstitial water content, atmospheric exposure, and temperature in a marine beach. *Limnology and Oceanography*, **16** (3): 522-535.
- Probert P. K., Read G.B., Grove S. L., Rowden A. A. 2001. Macrobenthic polychaete assemblages of the continental shelf an dupper slope off the west coast of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **35** (5) : 971-984.
- Rhoads D.C. 1974 Organisms-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanography and Marine Biology*. **12** (SI): 263-300.
- Rodrigues B de J.B. 2013. *Recifes de sabellariawilsoni (Polychaeta: Sabellariidae) como habitat para a fauna macrobentônica de praias arenosas da ilha de Maiandeuá/Algoóal (PA)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém. 50 p.
- Rondinelli S.F. & Barros F. 2010. Evaluating shellfish gathering (*Lucina pectinata*) in a tropical mangrove system. *Journal of Sea Research*. **64**(3): 401–407.
- Rosa-Filho J.S., Almeida M.F., Aviz D. E. 2009. Spatial and temporal changes in the benthic fauna of a macrotidal Amazon sandy beach, Ajuruteua, Brazil. *Journal of Coastal Research*, **SI** (56): 1823-1827.
- Rosa Filho J. S., Busman D. V., Viana A.P., Gregório A. M & Oliveira D, M. 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, **1** (3): 85-96.
- Rosa Filho J.S., Gomes T.P., Almeida M.F. de, Silva R.F. 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algoóal Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*, **64** (1): 435-439.
- Salvat B. 1964 Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Academie des Sciences*, **259** (8): 1576-1579.

Santos G. S. 2018. *Distribuição espaço-temporal da macrofauna bentônica em uma praia de macromaré Amazônica*. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 47 p.

Santos, T.M.T. 2013. *Zonação Vertical da marofauna bentônica na praia do farol (Ilha de Algodal/Maiandeuá-PA) em períodos climáticos distintos*. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém. 54p.

Santos V. F. 2006 Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por sensoriamento remoto. PhD Thesis, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 306 p.

Schlacher T. A., Schoeman D. S., Dugan, J., Lastra M., Jones A., Scapini F., McLachlan A. 2008. Sandy beach ecosystems: keyfeatures, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*, **29** (1): 70- 90.

Shannon C.E & Weaver W.1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, **4** (5): 1-117.

Short A.D. 2003 Australia beach systems – the morphodynamics of wave through tide dominated beach dune systems. *Journal of Coastal Research*, Special Publication, (35): 7-20.

Short A. D. 1982. Morphodynamics of a macrotidal beach. *Mar. Geol.* **50** (1-2): 97-128.

Short A.1999 *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. Chinchester, John Wiley e Sons, 589 p.

Silva C.A. 1999 *Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim-NE do Pará*. MD Dissertation, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 133 p.

Silva Filho M G D. 2015 *A influência da maré na distribuição vertical da nematofauna em dois diferentes microhabitats de uma praia arenosa temperada*. MD Dissertation, UFPE, 60 p.

Silva V. M. A. P. D., Grohmann P. A., Esteves A. M. 1997 Aspectos gerais do estudo da meiofauna de praias arenosas. In: Absalão R.S. & Esteves A. M. (orgs.). *Oecologia brasiliensis III: ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro, UFRJ, p. 67-92.

Silva D. C & Lemos-Martinelli J. M. 2012 Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, northern Brazil. *Zoologia*, **29** (2): 144–158.

Soares-Gomes A., Pitombo F.B., Paiva P.C. 2009 Bentos de sedimentos não consolidados. In: Soares-Gomes A., Pereira R. *Biologia marinha*. 2º ed. Rio de Janeiro, Editora Interciência, p. 319-337.

Sousa L. N. 2010 *Variação morfológica e sedimentar em praias da ilha de algodoal (litoral amazônico)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia, Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 53 p.

- Souza Filho P.W.M. 1995. *A planície costeira bragantina (NE do Pará): Influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno*. MS Dissertation, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 123p.
- Souza Filho P. W. M., El-Robrini M. A. 1997 Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfoosedimentares da planície costeira bragantina – nordeste do estado do Pará (Brasil). *Geonomos*, **4** (2): 1-16.
- Souza Filho P.W.M., Lessa G.C., Cohen M. C. L., Costa F.R., Lara R.J. 2009 The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, northern Brazil. In: Dillenburg S.R., Hesp P.A. (ed.). *Geology and geomorphology of holocen coastal barriers of Brazil*. Berlin, Springer Verlag, **107** (SI): 347-372.
- Souza J. R. B., Borzone C. A. 1996. Distribuição de Callianassídeos (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) em praia do litoral paranaense, com especial referência a *Callichirus major* (Say, 1818). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, **39** (3): 553-565.
- Souza J. R. B., Gianuca N. M. 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Sci. Mar*, **59** (2): 103-111.
- Suguio. K.2003. *Geologia sedimentar*. São Paulo, Edgard Blücher. 400p.
- Wijsman J. W. M., Herman P. M. J., Gomoiu M. 1999 Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf. *Marine Ecology Progress Series*, Germany. **181** (SI): 25-39.
- Wright L. D. & Short A. D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine geology*, **56** (1-4): 93-118.