

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**FRANCIELE BERNARDO SOUZA**

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA  
BENTÔNICA DA PRAIA DE GURIRI SÃO  
MATEUS – ES**

**São Mateus/ES  
Junho/2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA  
BENTÔNICA DA PRAIA DE GURIRI SÃO  
MATEUS – ES**

**FRANCIELE BERNARDO SOUZA**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.

Orientadora: Karla Gonçalves Costa.

**São Mateus/ES  
Junho/2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

# FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Franciele Bernardo Souza

Título: **Distribuição vertical da macrofauna bentônica da praia de Guriri – São Mateus / ES.**

Monografia do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado)  
Defendida e aprovada em 10 / 07 / 2023.

Com nota **8,5** (oito e meio) pela comissão julgadora:

Orientador(a) e presidente da Comissão Examinadora

*Sabrina Brahim das Neves*

Examinador 1

Examinador 2

---

**Centro Universitário Norte do Espírito Santo**

Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540

São Mateus - ES

Sítio eletrônico: <http://www.ceunes.ufes.br>

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por estar me guiando todo esse tempo, me presenteando com o dom da vida, que apesar das circunstâncias sou eternamente grata por existir, por lutar, e me fazer vencer toda vez que acho que não vou conseguir. Mas, espelhar na minha fé e crença faz com que eu caminhe tentando seguir os seus passos, apesar das minhas imperfeições como humanas.

Quero agradecer à minha família, por ser minha base, meu suporte, a minha fonte de apoio e ajuda mesmo sem entender muito bem o que eu estava fazendo, me ajudaram desde o início e nessa reta final a conquistar esse título, ser a primeira da família a ter um diploma superior. Amo vocês! Agradeço pelo apoio emocional e parceria das minhas amigas da faculdade (Giulia Marchiori e Brenda Medeiros) sem vocês, acho que seria tudo muito mais difícil. Ao professor Christyan Lemos, que me ajudou com a parte inicial do meu trabalho, pelo apoio até mesmo quando você saiu da UFES e me dava dicas pelo Instagram de como fazer e ajustar o meu TCC.

Quero agradecer ao Laboratório de Ecologia Bentônica da UFES, por ter emprestado o material para fazer minha pesquisa, ao Gean, que me ajudou no início das minhas coletas, na montagem do corer para extrair o sedimento em camadas, nas explicações dos meus dados e por me acompanhar nas etapas iniciais do meu trabalho. A Isabela por ter me ajudado na identificação dos Amphipoda e dicas de escritas para minha monografia; a Bruninha, Gean e Jacqueline que também me ajudaram na identificação da fauna me capacitando e ensinando a identificar os bichos e nas atividades exercidas no laboratório, sempre me acompanhando desde quando entrei no laboratório; a Emanuely por ter ajudado com seu carro nas coletas de campo e por ter me ajudado na rodagem dos meus dados (assim como Gean), me acalmando, dando esporro quando necessário para parar de chorar (risos). A Carolyn e Maria Clara que me ajudaram nas coletas de campo. A Vanessa por ter me ajudado na formatação do meu trabalho e nos macetes do Excel e Word. Quero agradecer a parceria e amizade que desenvolvi dentro do laboratório como Amanda, Lara, Leonan e Gabriela (minha parceirinha dos surtos do TCC risos) tive o prazer de conhecer vocês no laboratório. E em especial, quero agradecer à Karla, por ter me aceito no laboratório, ter me oferecido estágio e bolsa de extensão, onde descobri que tenho talento para as artes teatrais (risos). Você me ajudou tanto na construção desse TCC, com cada questionamento, explicação para me preparar e fazer entender. Eu tive sorte quanto à orientadora por ser divertida, alegre, bem-humorada, empática, que não poderia ter sido outra pessoa a ser escolhida, sem ser você!

À todos, eu agradeço e deixo o meu muito obrigada, vocês fizeram parte dessa etapa da minha vida.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

*Marthin Luther King*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELA.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRAT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GERAL.....	4
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
3 METODOLOGIA.....	5
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	5
3.2 COLETA DE DADOS.....	5
3.3 ANÁLISE DE LABORATÓRIO.....	8
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	8
4 RESULTADO.....	9
4.1 DADOS DA MACROFAUNA.....	9
4.1.1 ESTRATOS POR FAIXA.....	10
4.1.2 ESTRATOS versus PERÍODO.....	14
4.1.3 ESTRATOS versus MARÉ.....	15
4.1.4 AVALIAÇÃO DO CICLO NICTIMERAL DA MACROFAUNA.....	15
5 DISCUSSÃO.....	16
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
7 REFERÊNCIAS.....	20
8 APÊNDICE.....	25

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> (a) Mapa do Brasil, destacando a praia de Guriri no ES; (b) Pontos amostrais nas faixas. ....	6
<b>Figura 2.</b> Corer cilíndrico de PVC adaptado para a coleta da estratificação do sedimento. ....	7
<b>Figura 3.</b> Esquema da divisão dos estratos do sedimento no amostrador. ....	7
<b>Figura 4.</b> Abundância relativa (%) dos táxons mais abundantes da macrofauna durante as coletas. ....	9
<b>Figura 5.</b> Análise de ordenação (n-MDS) da macrofauna. ....	11
<b>Figura 6.</b> Distribuição vertical densidade da macrofauna entre as faixas mesolitoral superior e inferior dos táxons mais representativos entre maré baixa do dia e maré baixa da noite dividido pela área amostrada (0,018m <sup>2</sup> ). ....	14
<b>Figura 7.</b> Avaliação do ciclo nictimeral dos representantes mais abundantes da macrofauna do mesolitoral superior. ....	16

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1.** Horários e nível das marés durante as amostragens baseado na tábua de marés de Barra do Riacho, Espírito Santo. Fonte: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Horários e nível das marés durante as amostragens baseado na tábua de marés de Barra do Riacho, Espírito Santo. . . . . 6

**Tabela 2.** Resultados dos fatores ambientais coletados durante o campo. **Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 3.** Análise de variância (ANOVA) para a Riqueza e Densidade (inds/m<sup>2</sup>) vertical da macrofauna bentônica entre faixas, períodos e ciclo de marés. . . . . 10

**Tabela 4.** Sumário de resultados das análises multivariadas ANOSIM e SIMPER mostrando a dissimilaridade entre os estratos por faixas, períodos e ciclo de marés. Quando diferentes foi apresentado apenas os fatores que deram significativos. . . . . 12

## RESUMO

A distribuição e ocorrência das espécies da macrofauna bentônica são dependentes das características do ambiente. Esses animais se deslocam constantemente entre diferentes profundidades do sedimento, com finalidade de alcançar condições adequadas às suas necessidades entre as camadas estratigráficas. O objetivo do presente estudo foi analisar a distribuição da macrofauna bentônica em diferentes estratos do sedimento do mesolitoral, na praia de Guriri, São Mateus-ES. Para isso, foram efetuadas seis campanhas amostrais, no final de 2022, em pontos fixos dispostos em três transectos atravessando duas faixas do mesolitoral (inferior e superior), nas marés baixas (diurna e noturna) e alta (diurna), durante a sizígia. As amostras foram coletadas com um corer cilíndrico de PVC (20 cm de profundidade) e divididas em quatro estratos de 5 cm de profundidade (E1= 0-5 cm, E2= 5-10 cm, E3= 10-15 cm e E4= 15-20 cm). Todos os organismos encontrados foram identificados e quantificados para obter os valores de riqueza e densidade (inds/m<sup>2</sup>). Foram utilizadas análises univariadas (ANOVAs) e multivariadas (nMDS, ANOSIM e SIMPER) para verificar variações significativas da macrofauna entre as faixas, períodos do dia e ciclo de maré. O resultado obtido mostrou que 92% da fauna encontrada é composta por três táxons: *Excirolana braziliensis*, Oligochaeta e Nemertea. De modo geral, foram observadas variações entre as faixas e estratificação significativa ( $p < 0,05$ ) no mesolitoral inferior. *Excirolana braziliensis* foi o táxon mais abundante ocorrendo principalmente no estrato superior na faixa do MS. Oligochaeta aparecem em todos os estratos do MS e aumenta um pouco na superfície do MI, por ser uma faixa constantemente úmida. Nemertea foi mais abundante nos estratos mais profundos do MS, em busca da umidade por não suportar muito a dessecação e foram ausentes à noite. As análises de distribuição vertical da fauna mostraram que na faixa mais úmida (MI) as maiores riquezas e densidades são encontradas na superfície do sedimento. Fatores como ondas, mares, granulometria e dessecação podem impactar inúmeras espécies presentes nas primeiras camadas estratigráficas do sedimento, sendo necessário entender quais interferem na distribuição das espécies.

**Palavras-chave:** Praias arenosas, bentos, estratificação, variação nictemeral.

## ABSTRACT

The distribution and occurrence of benthic macrofauna species are dependent on the characteristics of the environment. These animals constantly move between different depths of the sediment, in order to reach conditions adequate to their requirements between the stratigraphic zones. The objective of the present study was to analyze the distribution of benthic macrofauna in different strata of the intertidal sediment, on Guriri beach, São Mateus - ES. For this, six sampling campaigns were carried out at the end of 2022, at fixed points arranged in three transects crossing two zones of the mesolittoral (lower and upper), at low (day and night) and high (day) tides, and during spring tides. The samples were collected with a cylindrical corer (20 cm deep) and divided into four strata of 5 cm deep (E1= 0-5 cm, E2= 5-10 cm, E3= 10-15 cm and E4 = 15-20cm). All organisms found were identified and quantified to obtain richness and density values (inds/m<sup>2</sup>). Univariate (ANOVAs) and multivariate (nMDS, ANOSIM and SIMPER) analyzes were used to verify significant variations in macrofauna between mesolittoral zones, time of day and tidal cycle. The result obtained showed that 92% of the fauna found is composed of three taxa: *Excirolana braziliensis*, Oligochaeta and Nemertea. In general, significant variations were observed between zones and stratification ( $p < 0.05$ ) in the lower mesolittoral. *Excirolana braziliensis* was the most abundant taxon occurring mainly in the upper stratum in the MS zone. Oligochaeta appears in all strata of the MS and increases slightly on the surface of the MI, as it is a constantly wet layer. Nemertea was more abundant in the deeper strata of the MS, in search of umidity because it does not withstand desiccation and were absent at night. Fauna vertical distribution analyzes showed that in the most humid zone (MI) the highest richness and densities are found on the sediment surface. Factors such as waves, tides, granulometry and desiccation can impact countless species present in the first stratigraphic strata of the sediment, being necessary to understand which ones interfere in the distribution of species.

**Keywords:** Sandy beaches, benthos, stratification, nictemeral variation.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas costeiros de praias arenosas, apresentam-se como sistemas dinâmicos, de transição entre a terra e o mar, possuem uma alta resiliência em comparação aos outros ambientes costeiros devido à alta capacidade de absorver a energia das ondas (MCLACHLAN & BROWN, 2006). Embora esses ambientes pareçam ser desprovidos de vida, abrigam uma grande diversidade de espécies. A aparência enganosa desses ambientes desérticos deve-se em grande parte ao fato de muitas dessas espécies serem minúsculas e passam suas vidas, parcialmente ou inteiramente, enterradas no sedimento (AMARAL *et al.*, 2003; MCLACHLAN & BROWN, 2006). Esses indivíduos tendem a escolher seus habitats e, entre essas escolhas, podem gerar um comportamento migratório e se distribuir entre as camadas sedimentares devido as alterações dos fatores bióticos e abióticos imprevisíveis (BROWN & MCLACHLAN, 1990).

Dentre as variáveis ambientais que regulam a fauna bentônica em praias arenosas, estão a ação das ondas, o ciclo de marés (MCLACHLAN & DEFEO, 2013); SCHLACHER & THOMPSON, 2013), a salinidade (JORGE-ROMERO *et al.*, 2019) e o tamanho do grão do sedimento. (DEFEO E MCLACHLAN, 2005). De acordo com Correia & Sovierzok (2005), o movimento das marés influencia principalmente a faixa do mesolitoral das praias arenosas, que possui um dinamismo frequente de emersão e submersão ao longo do dia, principalmente na alta e baixa maré de sizígia. De acordo com Albino (2020) e a região do mesolitoral inferior é uma região que está mais sujeita à ação de subida e descida da água que acaba sendo influenciada pelas correntes de deriva, tornando um ambiente constantemente úmido, fazendo com que os animais fiquem instáveis nessas condições devido a dissipação das ondas, criando fluidez dos grãos nas primeiras camadas. Apesar disso, essa faixa possui melhores condições para os organismos bentônicos mais frágeis, como os Polychaetas (DEGRAER *et al.*, 2003).

Segundo Maclachlan & Breownn (2006) o mesolitoral superior é uma faixa que possui um perfil do supralitoral nas primeiras camadas na maré baixas na vertical, tornando em si um ambiente estressante que apresenta pouca umidade nos estratos superficiais. As radiações solares aumentam a temperatura no sedimento da areia reduzindo a presença de umidade no meio (MACLACHLAN & BROWNN, 2006). Assim como, na maré baixa de sizígia os organismos a deslocarem para os estratos inferiores em busca de umidade.

O tamanho do grão influencia a riqueza e a abundância da fauna presente (DEFEO *et al.*, 1992; MCARDLE & MCLACHLAN, 1992). Os grãos podem se assentar uns sobre os outros conforme o seu diâmetro podendo gerar a compactação (OPEN UNIVERSITY, 2002),

principalmente entre as camadas mais profundas. Essas distribuições dos grãos de areia controlam as dimensões do espaço intersticial como grau de seleção, tamanho do grão, formato, porosidade e permeabilidade (MCLACHLAN & TURNER, 1994). Segundo Pereira & Soares-Gomes (2009) a predominância de partículas do sedimento grosso ao fino, traz espaços intersticiais. Os sedimentos grossos e com classificação de assimetria bem selecionada, possuem uma alta taxa de oxigênio, onde a fauna intersticial chega a atingir formações com vários metros de profundidade. Além disso, esses espaços entre os grãos proporcionam a infiltração da matéria orgânica, enriquecendo o habitat e tornando-o ideal para abrigo de muitas espécies. A areia fina retém mais água do sedimento, deixando-o úmido desde as camadas superficiais, evitando a dessecação das espécies e facilitando a absorção de matéria orgânica, enquanto nas praias de areias grossas, a água percola com facilidade, deixando o ambiente hostil à fauna presente (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2009).

O bentos representa a biota dos organismos ligados ao fundo e na interface da água. São constituídos de uma ampla variedade de filos no ambiente marinho (BELÚCIO *et al*, 1999). Segundo Levinton (2001), esses organismos passam toda a sua vida associada ao sedimento, ou apenas parte do seu ciclo de vida. Além disso, desempenham importante papel nas cadeias tróficas marinhas, atuando como produtores, consumidores e decompositores (GRAY; ELLIOTT, 2009). Os fatores físicos (temperatura, radiação, umidade, etc.), tanto como os biológicos (competição intra- e interespecífica, predação, busca de alimento, reprodução, etc.) também estruturam as comunidades bentônicas (MCLACHLAN & JARAMILLO 1995; KNOX, 2001; DEFEO & MCLACHLAN, 2005; SCHLACHER & THOMPSON 2013).

Dentre as diversas classes de tamanho dos animais bentônicos (LALLI & PARSONS, 1997), a macrofauna é o grupo de animais classificado como maiores de 0,5 mm (GRAY & ELLIOT, 2009; MCLACHLAN & DEFEO 2013). Segundo Pereira & Soares-Gomes (2009) e Mclachlan & Defeo (2013), muitos desses organismos são tipicamente de mesolitoral, associados aos bancos de areia, lama ou estuários, e com pouco indivíduos em praias arenosas expostas, devido ao estresse dos fatores ambientais. A macrofauna bentônica de praias arenosas inclui representantes de todos os principais táxons que compõe o bentos, embora vermes poliquetas, moluscos e crustáceos predominem (MCLACHLAN & BROWN, 2006; VELOSO & NEVES, 2009). As espécies da macrofauna bentônica têm uma tolerância a cada variável ambiental (temperatura, umidade, tipo de sedimento, nível de oxigênio etc.) e uma simples mudança dessas variáveis no sedimento pode fazer esses organismos migrarem ou perecerem. (GRAY & ELLIOT, 2009; OTEGUI *et al.*, 2012; DEFEO *et al.*, 2017).

Distribuição e ocorrência das espécies da macrofauna bentônica são dependentes das características do ambiente preponderante à escala da paisagem (ZAJAC E WHITLATCH, 1982). Segundo Brauko (2008), o hábito de vida desses animais faz ocuparem diferentes estratos do sedimento, embora a maioria resida nas camadas mais superficiais, perante a interface de água-sedimento, para alimentação e respiração. Dessa forma, os organismos do mesolitoral tendem a migrar para profundidades maiores e mais úmidas. Dentre as adaptações dos organismos, o sucesso da escavação está associado ao tamanho do indivíduo, organismos menores tendem a escavar com facilidade entre os grãos em comparação com as espécies maiores. Ou seja, o tamanho do corpo se torna um critério da capacidade da macrofauna ocupar diferentes profundidades no sedimento como mostrado em Amphipodes (POULIN & LATHAM, 2002) e bivalves (MCLACHLAN *et al.* 1998; FIORI E PRISÃO, 2015).

Atualmente já se sabe que os organismos se distribuem verticalmente no sedimento, tanto a meiofauna (SILVA, 2006) (organismos com tamanho < 0,5) quanto a macrofauna (CELENTANO *et al.*, 2019). DEFEO & MCLACHLAN (2005) diz que a distribuição vertical pode ser parcialmente impulsionada por interações biológicas inter- e intraespecíficas que fazem com que as espécies entrem em competição por comida, fuga, predação e espaço. Segundo Bougis (1974) e Naylor (2010) existem tipos de migrações verticais, as mais comuns são as que acompanham o ritmo circadiano ou ciclo nictemeral, permitindo pôr em evidência a existência de variações de curto período, estando ligadas à alternância dia/noite. Essas migrações também podem ser realizadas baseadas nas características da movimentação da água, na variação da temperatura da coluna d'água (MELO *et al.* 2008) ou até mesmo com a alimentação (RÉ, 2000).

Cada organismo apresenta um padrão de migração diferente. Nos moluscos, por exemplo, a migração vertical do bivalve do gênero *Donax* é causada pela variação das marés, principalmente, e é controlada exclusivamente por mudanças nas condições físicas do sedimento (ANSELL, 1983). A migração de crustáceos, no entanto, é mantida por um ritmo endógeno, onde o relógio interno na maioria dos crustáceos mantém o ritmo circadiano e semilunares com intuito de manter a zonação, predação, alimentação e a reprodução (MCLANCHLAN & JARAMILLO, 1995). Um exemplo interessante, o Amphipoda Talitrídeos apresenta maior atividade noturna, exceto nos períodos da maré alta (CRAIG, 1973).

De acordo com Zaret & Suffern (1976) os organismos tendem a migrar com uma finalidade específica, seja para evitar a competição, fugir de predadores, de temperaturas baixas e excessiva e entre outros fatores. Como no meio aquático não existem condições físicas

estáticas, estes animais se deslocam constantemente, com a finalidade de alcançar condições adequadas às suas necessidades (RÉ 2005).

O RRDM (2020) tem levantado uma baixa riqueza e abundância de organismos da macrofauna durante marés baixas de sizígia para todas as praias ao norte do ES. A partir disso, foi levantada a questão se os valores dos descritores ecológicos da fauna (densidade e riqueza) variam entre diferentes ciclos de maré e períodos do dia e se ocorre estratificação da fauna nas diferentes faixas do mesolitoral e nessas situações propostas.

Com os resultados desse trabalho, espera-se compreender os padrões ecológicos em relação às variações verticais dos organismos ao longo do ciclo nictemeral. É esperado que: a) Haja diferença vertical na distribuição da macrofauna entre o dia e a noite, como migrações de crustáceos para as camadas inferiores durante o dia; b) Entre as faixas, haja mais organismos no mesolitoral inferior, devido o primeiro estrato abrigar um ambiente mais úmido, enquanto na faixa do mesolitoral superior haja uma distribuição dos organismos para as camadas mais profundas em busca de umidade; c) Durante o ciclo de maré, haja maior densidade de crustáceos na maré alta.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a distribuição da macrofauna bentônica em diferentes estratos do sedimento da praia de Guriri, São Mateus, ES.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Quantificar e identificar a macrofauna bentônica;
- Avaliar os descritores ecológicos riqueza e densidade de organismos para cada estrato vertical do sedimento entre diferentes faixas do mesolitoral (inferior e superior);
- Estimar a distribuição vertical da riqueza e densidade da macrofauna entre diferentes períodos do dia (diurno/noturno);
- Examinar se há variação da riqueza e a densidade da macrofauna entre os estratos de sedimentos durante o ciclo da maré (baixa e alta);
- Analisar a migração nictemeral da macrofauna bentônica entre os períodos (dia e noite) e marés (baixa e alta).

### 3. METODOLOGIA

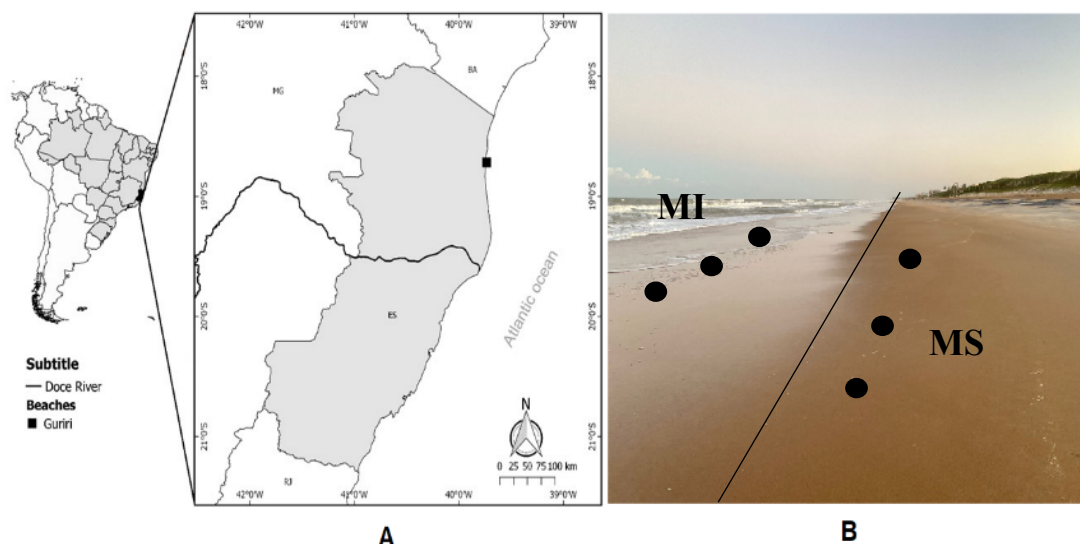
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Espírito Santo tem um clima que varia entre sub equatorial e tropical com verões quentes e úmidos e invernos secos, com precipitações máximas entre novembro e dezembro. A temperatura mínima média anual é de 15°C e a temperatura máxima média fica entre 28°C e 30°C (APRILE *et al.*, 2016). O relatório anual RRDM (2020) do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental, mostra que os rejeitos da barragem de Mariana contaminaram o rio Doce, afetando o ambiente praias principalmente no norte do Espírito Santo. Os rios têm uma grande influência nas praias, onde parte da sedimentação é oriunda de uma planície deltaica (CARTER, 1988; PEREIRA & SOARES-GOMES, 2009; ALBINO *et al.*, 2020). A praia de Guriri está localizada ao norte do Espírito Santo, no município de São Mateus, entre as coordenadas (18° 44' 00.1"S e 39° 44' 47.3"W) (Fig. 1A) e possui uma extensão de areia de 42 km, podendo formar piscinas na maré baixa (PMSM, 2023). A praia é composta predominantemente por areias médias a finas, de um estado intermediário a dissipativo, uma baixa declividade da face praias, refluxo da onda incompleto, proporcionando uma saturação permanente de parte da face da praia, além de uma larga zona de surfe (RRDM, 2019; RRDM 2020).

#### 3.2 COLETA DE DADOS

O mês de dezembro registrou a maior precipitação durante o ano de 2022, com um acúmulo de chuva de 589,4 mm de água. As coletas ocorreram após dias de chuvas intensas (dia 2 de dezembro foi registrado 61,6 mm e no dia 3, 34 mm) (INMET, 2023). Foram efetuadas seis amostragens nos dias 6 e 7 de dezembro de 2022 (Figura 1B) em diferentes períodos do dia e ciclos de marés, durante marés de sizígia.

No dia 6 de dezembro (1° dia da coleta), o dia estava nublado, com chuva apenas no período da manhã, antes de iniciar a coleta. No dia 07, (2° dia da coleta) o dia estava nublado e quente, sem presença de chuva. As coletas da manhã e da noite ocorreram no nível da maré mínima de sizígia, nas faixas superior e inferior do mesolitoral, enquanto as coletas da tarde ocorreram durante a maré máxima, apenas no mesolitoral superior (ver Tabela 1).



**Figura 1.** (A) Mapa do Brasil, destacando a praia de Guriri no ES; (B) Pontos amostrais nas faixas. **MS**- Mesolitoral superior, **MI**- Mesolitoral inferior.

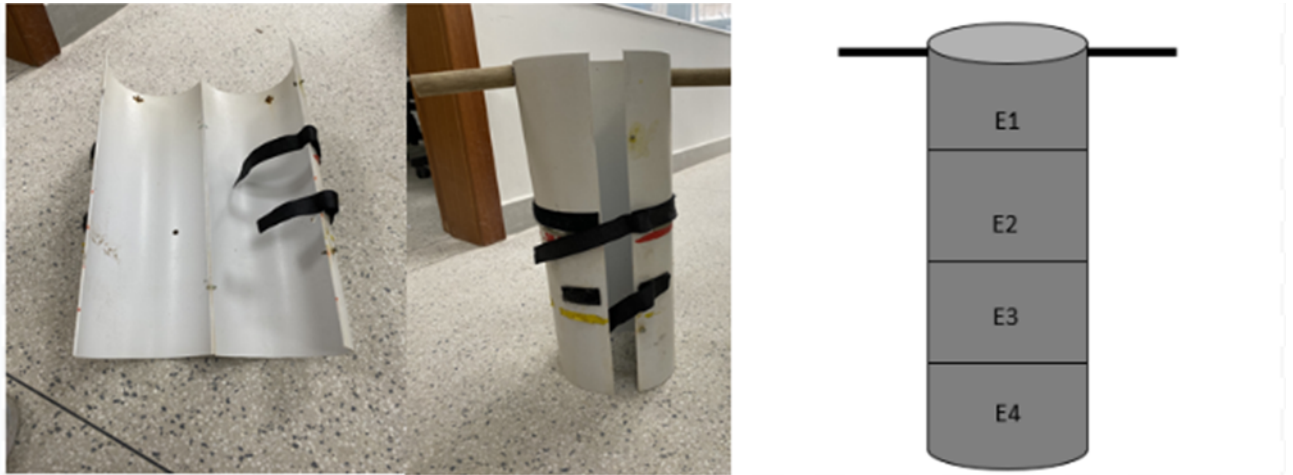
**Tabela 1.** Horários e nível das marés durante as amostragens baseado na tábua de marés de Barra do Riacho, Espírito Santo. Fonte: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Horários e nível das marés durante as amostragens baseado na tábua de marés de Barra do Riacho, Espírito Santo. Fonte: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. **MBD** - Maré Baixa Diurna, **MAD**- Maré Alta Diurna e **MBN** - Maré Baixa Noturna.

Coleta	Data	Turno	Horário (h)	Maré Sizígia(m)	Sigla
1	06/12/2022	Manhã	07:53	0.3	MBD
		Tarde	13:51	1.3	MAD
		Noite	20:06	0.2	MBN
2	07/12/2022	Manhã	08:23	0.3	MBD
		Tarde	14:15	1.3	MAD
		Noite	20:39	0.1	MBN

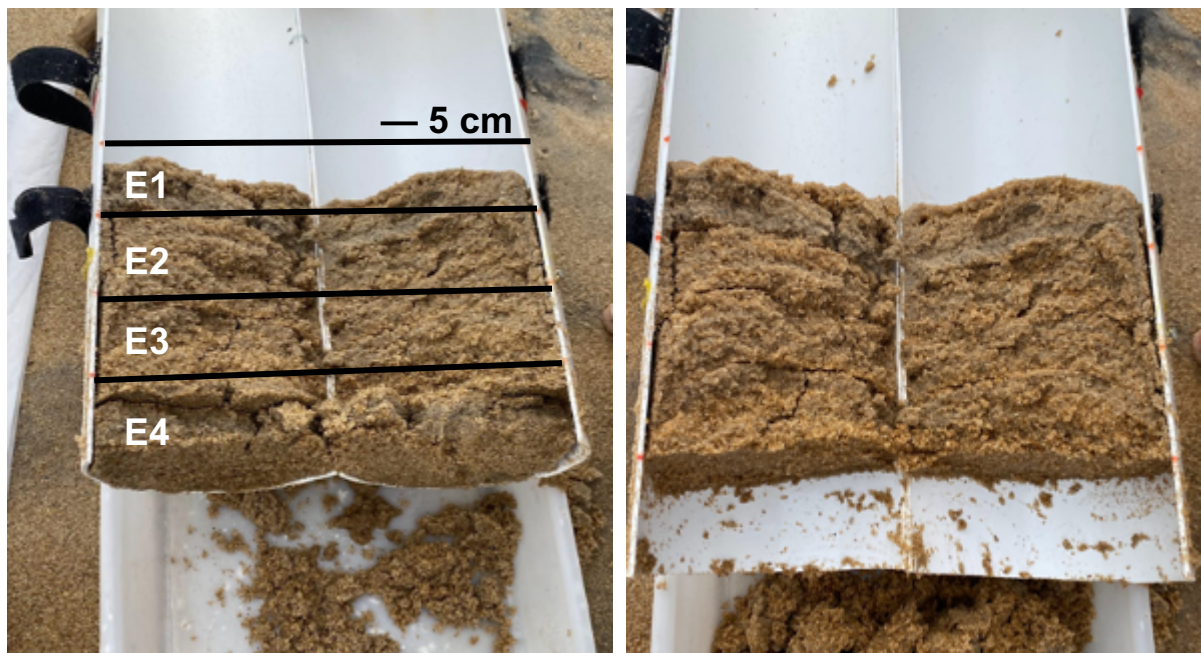
Durante as campanhas, as maiores temperaturas do sedimento e do ar foram registradas nas amostragens da maré alta diurna (MAD), na faixa do mesolitoral superior, enquanto a temperatura da água foi maior na maré baixa diurna as maiores salinidades foram registradas em MAD do primeiro dia de coleta e em MBD e MAD do segundo dia de coletas, todos medindo 35 de salinidade (Apêndice A).

Foram delimitados três transectos amostrais perpendiculares à linha d'água. Em cada transecto, foram coletadas as amostras de sedimento no mesolitoral superior e inferior com auxílio de um corer cilíndrico de PVC (15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade),

equivalente a uma área 0,018 m<sup>2</sup> (Figura 2). Cada amostra foi dividida em quatro estratos de 5 cm de profundidade (E1= 0-5 cm, E2= 5-10 cm, E3= 10-15 e E4= 15-20 cm) (Figura 3). Os estratos foram armazenados individualmente em sacos plásticos etiquetados e fixados em solução formalina (5%). Todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Bentônica, no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).



**Figura 2.** Corer cilíndrico de PVC adaptado para a coleta da estratificação do sedimento.



**Figura 3.** Esquema da divisão dos estratos do sedimento no amostrador. **E1** - Estrato de 0-5 cm; **E2** - Estrato 5-10 cm; **E3** - Estrato 10 - 15 cm; **E4**- Estrato 15-20 cm.

### 3.3 ANÁLISE DE LABORATÓRIO

As amostras da fauna foram elutriadas, ou seja, colocadas em recipientes (bandeja) cobertas com água, agitadas em movimentos circulares umas 3 vezes para que os animais se soltem do sedimento e subam para coluna da água e o sedimento desça. Esperamos 5 s e viramos o sobrenadante em uma peneira de 500  $\mu\text{m}$  de malha, de forma que a fauna fique retida na peneira. O processo é repetido cerca de 8 vezes. Todos os animais encontrados são armazenados em potes plásticos etiquetados e fixados com álcool 96%. Para iniciar a contagem e identificação, os animais foram lavados na peneira para retirar o excesso de álcool e transferidos para a placa de petri, onde foram triados sob microscópio estereoscópico e óptico e identificados à menor categoria taxonômica possível, com auxílio de chaves de identificação de Amaral & Nonato (1996), Amaral *et.al.*, (2002) e Chapman, J. (2007) ou por especialistas, quando necessário.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para analisar as variações dos dados faunísticos e para testar a significância estatística destas variabilidades foram utilizados testes uni- e multivariados. Para isso, os dados da fauna foram planilhados no Excel e, para cada estrato, período do dia, faixa e nível de marés, foram determinados os descritores ecológicos: riqueza (total de táxons presentes) e densidade média ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), transformada em  $\text{Log}(x + 1)$ . Também foi calculado a proporção relativa dos táxons. Após, os descritores ecológicos foram testados quanto à normalidade dos resíduos, por meio do teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, foram testadas as possíveis variações significativas desses descritores entre os estratos de cada faixa; estratos dos períodos do dia (MBD e MBN) e, por fim, estratos em cada ciclo de maré (MBD x MAD). Para as análises dos ciclos de maré, foram usadas apenas as amostras coletadas no mesolitoral superior, e entre período e faixas foram utilizadas as amostras do mesolitoral (superior e inferior). Para esses testes, foram aplicadas análises de variância (ANOVA) unifatorial, através de modelos lineares generalizados (GLMs), utilizando a distribuição de Poisson e corrigindo, quando necessário, para quasi-Poisson.

As análises multivariadas foram utilizadas para analisar a estrutura da macrofauna (composição e densidade). Foi realizada a análise de ordenação nMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) tendo como base matrizes de similaridade entre as amostras, usando o índice de Bray-Curtis. Para verificar a significância das dissimilaridades da estrutura dos organismos bentônicos entre os fatores propostos neste trabalho (estratos por faixas; estratos por períodos do dia (MBD e MBN) e estratos por ciclos de maré (MBD x MAD)), foram usadas análises de similaridade ANOSIM (CLARKE & GREEN, 1988). Quando

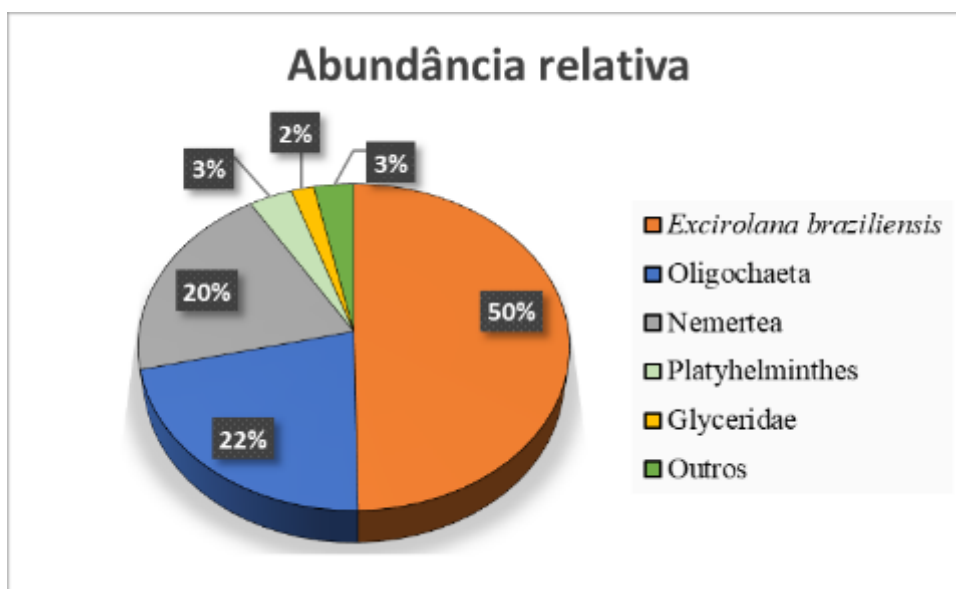
registrados resultados significativos, foram usadas as análises de porcentagem de similaridade SIMPER (CLARKE, 1993) para identificar quais táxons foram responsáveis por tais discrepâncias.

Para as análises acima foi utilizado o nível de significância de  $p < 0,5$ . Para as análises acima foi utilizado o nível de significância de  $p < 0,5$ . Para os cálculos estatísticos foram utilizados os softwares R (R Core Team, 2018) e o PRIMER 7.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 DADOS DA MACROFAUNA

A macrofauna bentônica da praia de Guriri foi quantificada em um total de 700 organismos, com uma representatividade de quinze táxons. A maior abundância foi devida a três táxons (*Excirolana braziliensis*, Oligochaeta e Nemertea), representando 92% da fauna. Os demais 8% foram distribuídos aos táxons Platyhelminthes (3%), Polychaeta Glyceridae (2%) e outros táxons como Amphipode Synopiidae (1%) e Talitridae (1%), Chilopoda Geophilidae, Polychaeta Psionidae, outros Amphipode, Atylidae, Phoxocephalopsidae, *Emerita brasiliensis*, Polychaeta Saccocirriidae e *Spio* sp. (0%) (Figura 4) (Apêndice B).



**Figura 4.** Abundância relativa (%) dos táxons mais abundantes da macrofauna durante as coletas.

#### 4.1.1 ESTRATOS POR FAIXA

A riqueza não variou entre as faixas (MS e MI) ( $p > 0,05$ ) (Tab. 3). Entretanto, apresentou uma variação entre os estratos do MI ( $p < 0,05$ ), constatando que a riqueza é maior no E1. Não houve diferença significativa dos estratos no MS.

Já a densidade mostrou uma diferença significativa entre as faixas ( $p < 0,05$ ), que mostrou que na faixa do MS possui maior densidade de organismos em comparação a faixas do MI. Entre os estratos do MI a densidade foi estimada como significativa ( $p > 0,05$ ) e no MS não mostrou diferenças significativas.

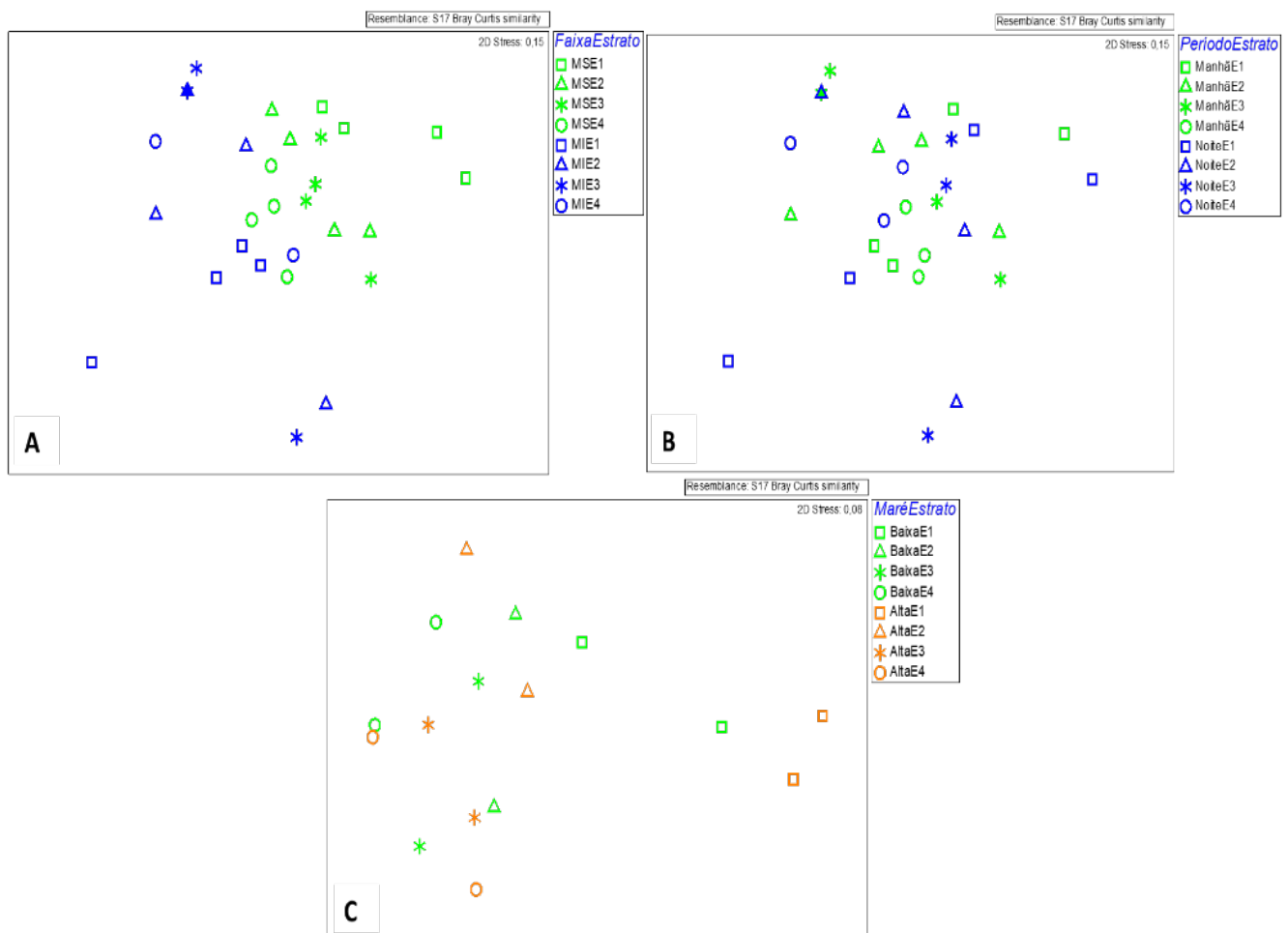
**Tabela 2.** Análise de variância (ANOVA) para a Riqueza e Densidade (inds/m<sup>2</sup>) vertical da macrofauna bentônica entre faixas, períodos e ciclo de marés. **p** < 0,05, **ns**- não significativo, **DF**- grau de liberdade, **F**- estatística de teste. Para as análises entre faixas e entre períodos foram utilizadas as amostras MBD e MBN. Entre as marés foram utilizadas as amostras MBD e MAD somente do mesolitoral superior.

Fatores	Riqueza				Densidade de Organismos (ind/cm <sup>2</sup> )			
	df	F	p	Contraste	df	F	p	Contraste
<b><i>Faixa x Estratos</i></b>								
Faixa	1	2,04	ns		1	13,9	0,001	MS > MI
Estratos MS	3	1,04	ns		3	3,1	ns	
Estratos MI	3		0,0001	E1 > E2, E3, E4	3		0,003	E1 > E2, E3, E4
<b><i>Período x Estratos</i></b>								
Período	1	0,01	ns		1	0,4	ns	
Estratos Manhã	3	3,55	0,05	E3 > E1, E2 e E4	3	0,73	ns	
Estratos Noite	3	1,38	ns		3	0,33	ns	
<b><i>Maré x Estratos</i></b>								
Maré	1	0,05	ns		1	3,21	ns	
Estratos Maré Baixa	3	1,38	ns		3	1,01	ns	
Estratos Maré Alta	3	0,81	ns		3	1,85	ns	

Nas análises multivariadas, o nMDS apresentou uma ordenação desigual na estrutura da fauna entre as faixas, sugerindo uma separação entre MS e MI (Fig. 5A). No MI há uma separação em quase todos os estratos, já na faixa do MS mostrou uma separação bem pequena do primeiro estrato. No ANOSIM, foi confirmado que há uma dissimilaridade significativa entre as faixas ( $R_{Global} = 0,17$ ;  $P < 0,05$ ) e entre os estratos do MS ( $R_{Global} = 0,11$ ;  $p < 0,05$ ) e do MI ( $R_{Global} = 0,10$ ;  $p < 0,05$ ) (Tab. 4).

O SIMPER mostrou que os táxons que contribuíram para a dissimilaridade entre as faixas foram Oligochaeta, *E. braziliensis* e Nemertea, sendo mais abundantes ou frequentes na faixa MS (Fig. 6A). Também nessa faixa, os estratos superficiais são os que mais se diferenciam. O E1 é diferente dos demais estratos e o E2 é diferente do E4 (Tab. 4). O isópoda *E. Braziliensis* foi sempre mais abundante no E1 (Fig. 6B). Oligochaeta, Nemertea e Platyhelminthes são os outros táxons responsáveis pelas diferenças dos estratos.

Na faixa do MI, apenas o E1 foi diferente dos demais estratos, com as maiores abundâncias dos táxons encontradas na superfície. De modo geral, Glyceridae, Oligochaeta e Synopiidae foram os principais táxons responsáveis por essas diferenças (Tabela 4; Fig. 6C).

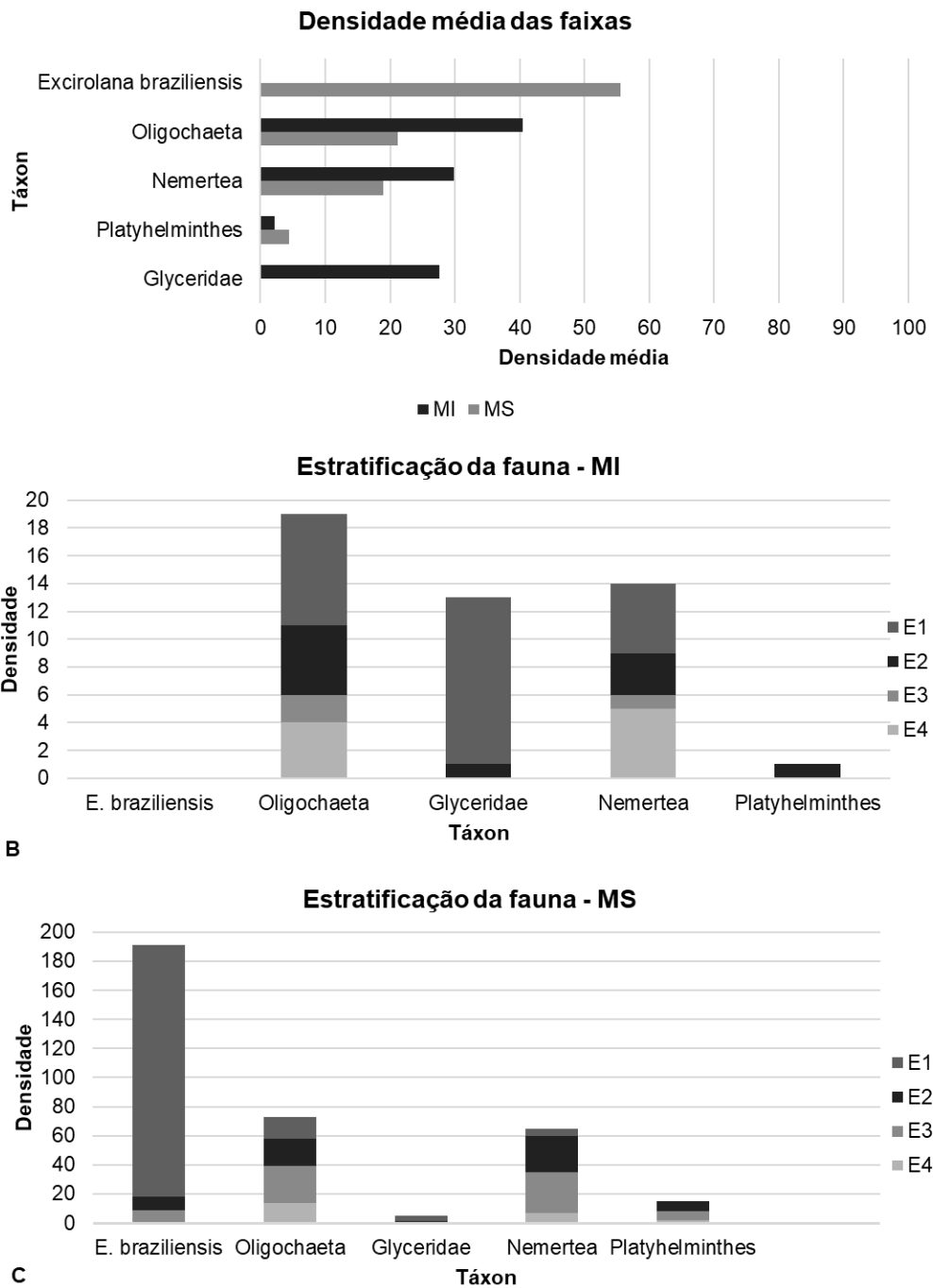


**Figura 5.** Análise de ordenação (n-MDS) da macrofauna. **(A)**- Estratificação de cada faixa (MS e MI); **(B)**- Estratificação de cada período (manhã e noite); **(C)**- Estratificação de cada ciclo da maré (baixa e alta). Cada caractere representa uma média de cada fator analisado. **E1** - Estrato de 0-5 cm; **E2** - Estrato 5-10 cm, **E3** - Estrato 10 - 15 cm, **E4** - Estrato 15-20 cm; **MS** - Mesolitoral superior, **MI** - Mesolitoral inferior. Para as análises entre faixas e entre períodos foram utilizadas as amostras MBD e MBN. Entre as marés foram utilizadas as amostras MBD e MAD somente do mesolitoral superior.

**Tabela 3.** Sumário de resultados das análises multivariadas ANOSIM e SIMPER mostrando a dissimilaridade entre os estratos por faixas, períodos e ciclo de marés. Quando diferentes foi apresentado apenas os fatores que deram significativos. **(R)** Estatística da amostra; **(p)** Nível de significância; **DM(%)** - Percentual da dissimilaridade média; **Av. Abund** - Abundância média de cada fator; **E1**- Estrato de 0-5 cm, **E2** - Estrato 5-10 cm, **E3** - Estrato 10 - 15 cm, **E4** - Estrato 15-20 cm; **Cum.%** - Acúmulo médio percentual; **MS** - Mesolitoral superior, **MI** - Mesolitoral inferior. Para as análises entre faixas e entre períodos foram utilizadas as amostras MBD e MBN. Entre as marés foram utilizadas as amostras MBD e MAD somente do mesolitoral superior.

ANOSIM			SIMPER				
Fator/ Grupos	R	(p)	DM (%)	Táxon	Av. Abund	Av. Abund	Cum. %
<b>Faixas (dia e noite)</b>							
<i>Faixa</i>							
MS e MI	0,17	0,001	91,3	Oligochaeta	1,5	0,4	31,3
				<i>E.Braziliensis</i>	4,0	0,0	59,4
				Nemertea	1,4	0,3	80,9
<i>Cada Faixa</i>							
MS	0,11	0,002					
Estrato E1 e E2	0,12	0,02	77,3	<i>E.Braziliensis</i>	14,4	0,8	59,7
				Oligochaeta	1,3	1,6	78,2
				Nemertea	0,4	2,1	93,8
Estrato E1 e E3	0,18	0,001	77,7	<i>E.Braziliensis</i>	14,4	0,8	56,7
				Oligochaeta	1,3	2,1	75,8
				Nemertea	0,4	2,3	94,6
Estrato E1 e E4	0,27	0,001	86,2	<i>E.Braziliensis</i>	14,4	0,0	66,9
				Oligochaeta	1,3	1,2	86,4
				Nemertea	0,4	0,6	95,7
Estrato E2 e E4	0,10	0,04	80,3	Oligochaeta	1,6	1,2	34,5
				Nemertea	2,1	0,6	65,3
				<i>E.Braziliensis</i>	0,8	0,0	85,9
				Platyhelminthes	0,6	0,2	97,0
MI	0,10	0,002					
Estrato E1 e E2	0,17	0,01	98,8	Glyceridae	1,0	0,1	29,2
				Oligochaeta	0,7	0,4	53,1
				Synopiidae	0,5	0,0	66,6
				Nemertea	0,4	0,3	79,8
				Talitridae	0,2	0,0	85,6
				Psionidae	0,2	0,0	89,4
				Saccociriidae	0,0	0,2	92,7
Estrato E1 e E3	0,31	0,001	93,8	Glyceridae	1,0	0,0	33,5
				Oligochaeta	0,7	0,2	57,8
				Synopiidae	0,5	0,0	72,9
				Nemertea	0,4	0,1	83,8
				Talitridae	0,2	0,0	90,5
Estrato E1 e E4	0,21	0,003	90,5	Glyceridae	1,0	0,0	31,1
				Oligochaeta	0,7	0,3	55,1
				Synopiidae	0,5	0,1	70,0
				Nemertea	0,4	0,4	84,5

				Talitridae	0,2	0,0	90,7
<b>Periodo (Dia e Noite )</b>							
<i>Periodo</i>							
<b>Diurno e Noturno</b>	0,01	ns					
Diurno	0,04	ns					
Noturno	0,03	ns					
<b>Ciclo da maré (Alta e Baixa)</b>							
<i>Ciclo da maré</i>							
Baixa e Alta	0,02	ns					
Baixa	0,20	0,05					
Estrato E1 e E2	0,21	0,032	76,22	<i>E.Braziliensis</i>	9,5	1,0	58,7
				Nemertea	0,2	3,2	80,9
				Oligochaeta	1,0	1,7	80,9
Estrato E1 e E3	0,60	0,002	85,38	<i>E.Braziliensis</i>	9,5	0,3	51,7
				Nemertea	0,2	4,5	82,0
				Oligochaeta	1,0	2,2	97,2
Estrato E1 e E4	0,43	0,00	89,19	<i>E.Braziliensis</i>	9,5	0,0	72,0
				Oligochaeta	1,0	1,0	86,8
				Nemertea	0,2	1,0	100,0
Alta	0,28	0,001					
Estrato E1 e E2	0,36	0,011	90,2	<i>E.Braziliensis</i>	24,3	1,2	68,9
				Oligochaeta	0,0	1,8	85,8
				Nemertea	0,0	1,5	92,9
Estrato E1 e E3	0,72	0,002	97,6	<i>E.Braziliensis</i>	24,3	0,3	55,7
				Nemertea	0,0	4,2	81,6
				Oligochaeta	0,0	2,5	96,9
Estrato E1 e E4	0,64	0,002	96,7	<i>E.Braziliensis</i>	24,3	0,3	57,8
				Oligochaeta	0,0	5,5	79,5
				Nemertea	0,0	4,0	96,1



**Figura 6.** Distribuição vertical densidade da macrofauna entre as faixas mesolitoral superior e inferior dos táxons mais representativos entre maré baixa do dia e maré baixa da noite dividido pela área amostrada (0,018m<sup>2</sup>). **(A)**- Densidade média em porcentagem da macrofauna encontrada nas faixas amostradas. **(B)**- Densidade média em porcentagem da macrofauna na faixa MS **(C)**- Riqueza da macrofauna na faixa MI. **MS** - Mesolitoral superior, **MI** - Mesolitoral inferior; **E1** - Estrato de 0-5 cm; **E2** - Estrato 5-10 cm, **E3** - Estrato 10 - 15 cm, **E4** - Estrato 15-20 cm;

#### 4.1.2 ESTRATOS versus PERÍODO

Entre os períodos (manhã e noite) a riqueza e densidade não variaram ( $p > 0,05$ ). No entanto, no período da manhã (MBD) houve variação significativa da riqueza entre os estratos

( $p < 0,05$ ), que mostrou que o E3 possui maior riqueza taxonômica que os demais estratos (Tabela 3;).

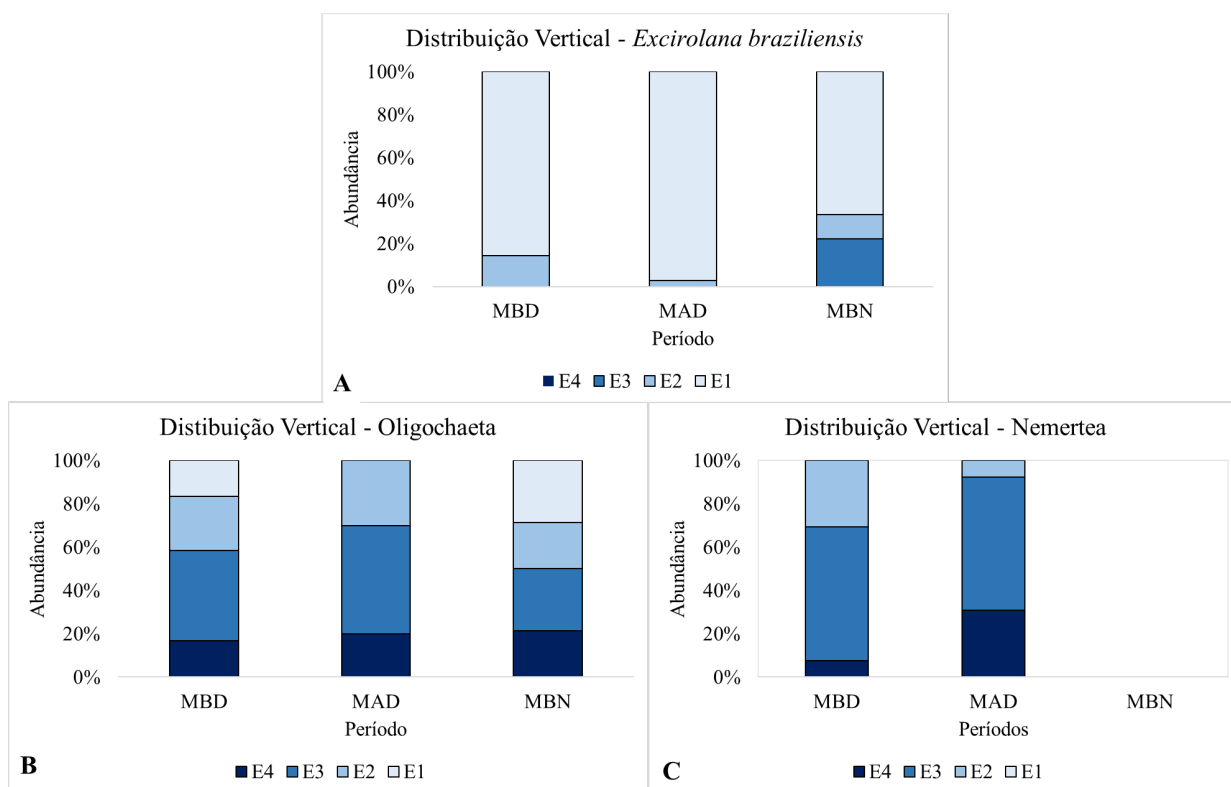
O nMDS mostrou uma homogeneidade na composição da fauna entre os períodos e estratos (ver Fig. 5B). Esse resultado foi confirmado pelo ANOSIM, que evidenciou que não houve variação significativa da composição da macrofauna entre os períodos da manhã e da noite, assim como entre seus estratos ( $p > 0,05$ ) (Tab. 4).

#### 4.1.3 ESTRATOS versus MARÉ

A análise univariada não detectou resultados significativos para os descritores ecológicos entre as marés (alta e baixa), nem entre os estratos de cada maré ( $p > 0,05$ ) (ver Tabela 3). O nMDS também não mostrou separação das amostras entre as marés (baixa e alta), porém uma aparente separação dos estratos (Fig.6C). Essa separação foi confirmada pela ANOSIM, mostrando uma variação entre o estrato da maré baixa ( $R_{\text{global}} = 0,20$ ;  $p > 0,05$ ) e da maré alta ( $R_{\text{global}} = 0,28$ ;  $p > 0,05$ ) sendo que, em ambas, o E1 é o que mais diferencia entre os demais estratos (E2, E3 e E4) (Tabela 4). O simper apresentou as espécies que contribuíram para essa dissimilaridade entre esses estratos. *E. braziliensis* contribuiu com o maior registro de densidade no E1, enquanto que *Oligochaeta* e *Nemertea* foram mais representativos em densidades nos estratos inferiores.

#### 4.1.4 AVALIAÇÃO DO CICLO NICTEMERAL DA MACROFAUNA

Analisando os três períodos amostrados (manhã, tarde e noite) apenas na faixa do mesolitoral superior é possível observar mudança vertical dos organismos mais abundantes. *Excirrolana braziliensis* prefere o E1, principalmente na maré alta (Fig. 7A), enquanto oligoqueta se distribui de forma mais uniforme nas marés baixas e não é encontrado no E1 na maré alta diurna (Fig.7B). *Nemertea* é encontrado apenas nos estratos abaixo de 5 cm durante o dia e, no período da noite, não foi encontrado (Fig. 7C).



**Figura 7.** Avaliação do ciclo nictimeral dos representantes mais abundantes da macrofauna do mesolitoral superior. **(A)** *Exzirolana braziliensis*; **(B)**- *Oligochaeta*; **(C)**- *Nemertea*. **E1** - Estrato de 0-5 cm, **E2** - Estrato 5-10 cm, **E3** - Estrato 10 - 15 cm, **E4** - Estrato 15-20 cm; **MS** - Mesolitoral superior, **MI** - Mesolitoral inferior; **MBD**-maré baixa do dia, **MAD**- maré alta da tarde, **MBN**- maré baixa da noite.

## 5. DISCUSSÃO

A macrofauna bentônica encontrada no presente estudo na praia de Guriri, foi representada em sua grande maioria pelos crustáceos Isopoda (*E. braziliensis*), Nemertea e Oligochaeta. Esses organismos também foram abundantes nos estudos de praias arenosas realizados por Lercari *et al.* (2002), Celentano *et al.*, (2019) e Laurino *et al.* (2020).

Quanto às diferenças entre as faixas, as maiores densidades e riquezas de organismos encontradas no mesolitoral superior pode ter ocorrido devido às intensas alterações nas condições ambientais que ocorrem no entremarés de praias arenosas, levando a uma estruturação espacial distinta das comunidades bentônicas (MCLACHLAN & DEFEO, 2018). Desse modo, a macrofauna pode se concentrar em regiões mais superiores da praia em resposta às adaptações ecológicas das espécies. As maiores densidades no mesolitoral superior, se deram pelas altas densidades do isópode *E. braziliensis* registradas nesse local. Esses organismos são importantes membros de praias arenosas ao redor do mundo e, quando presentes, são dominantes em termos de abundância (CARDOSO & VELOSO, 2001; LERCARI *et al.*, 2002).

Estes organismos ficam na região do entremarés, na área mediana a superior, onde ficam protegidos da ação direta das ondas e da dessecação (MCLACHLAN & DEFEO, 2017). Além disso, possuem reprodução contínua e crescimento rápido em que os jovens eclodem como pré-juvenis ocupando diretamente o ambiente praiado (KLAPOW, 1970; DEFEO & CARDOSO, 2002).

Quanto à estratificação observada apenas nas faixas do MI, o mesmo foi encontrado por Celentano *et al.*, (2019) e Rodil *et al.* (2008), onde maiores valores de densidades e riqueza dos organismos estiveram presentes nos estratos superficiais (0 - 5 cm) dos sedimentos. Segundo os autores, a riqueza e densidade aumentam gradativamente em direção à superfície, à medida que os organismos se aproximam da água (infralitoral), uma vez que as camadas superficiais do sedimento no mesolitoral inferior apresentam maiores teores de matéria orgânica (CELENTANO *et al.*, 2019). Além disso, o estrato superficial apresentou maiores abundâncias de poliquetas Glyceridae, Oligochaeta e Nemertea. De acordo com Owczarzak (2009) e Brusca *et al.* (2018), Glyceridae e Nemertea são animais carnívoros e são extremamente caçadores, apresentando estratégias para subir até os primeiros estratos em prol de obtenção de alimento. Nessa faixa, há uma constante dissipação de ondas, que gera uma movimentação do sedimento das primeiras camadas, favorecendo também os animais comedores de detritos (DEGRAER, *et al.*, 2003).

As diferenças detectadas para a riqueza entre os estratos no período diurno possivelmente ocorreram ao acaso, visto que o registro de um único Geophiliidae no E3 fez com que esse estrato tivesse a maior riqueza registrada.

Apesar das análises univariadas não terem identificado diferenças entre os estratos dos ciclos de marés, as multivariadas mostraram diferenças significativas na estrutura (composição e abundância) da macrofauna entre os estratos a cada maré (alta e baixa). No estrato superior (E1), a alta densidade de *E. brasiliensis* registrada em ambas as marés também foi encontrada por Laurino *et al.* (2020), que mostraram a mesma composição estrutural entre os estratos obtida nesse trabalho. Já Oligochaeta e Nemertea permanecem nos estratos mais profundos, principalmente na maré alta. De acordo com Brusca *et al.*, (2018), esses animais de corpo leve e diminuto não conseguem manter a estabilidade entre os grãos quando estão emersos, se deslocando para as camadas mais profundas.

Analisando amostras do mesolitoral superior, nos três períodos amostrados (manhã, tarde e noite) é possível observar que *E. brasiliensis* são mais abundantes nos primeiros estratos do sedimento, principalmente, na maré alta, corroborando com o estudo de Glynn *et al.*, 1975

e Laurino *et al.*, 2020). De acordo com Naylor & Rejeki, (1996) e Gray & Elliot, (2009) durante o ciclo das marés os isópodes exibem padrões de distribuição que são determinados por migrações e ritmos endógenos associados à regulação da capacidade de natação de isópodes. O relógio interno da maioria dos crustáceos mantém os ritmos circadianos e semilunares, com objetivo produzir atividade com excelência a manter espaço, evitar a predação e auxilia na alimentação e reprodução (McLachlan & Jaramillo, 1995). Durante a maré baixa eles não nadam, se enterram na areia, com estratégia para tolerar altas temperaturas e dessecação, enquanto na maré alta o movimento da água desencadeia a natação, onde saem de suas tocas e se alimentam de outros invertebrados e carniça na coluna d'água. (BRUSCA & IVERSON, 1985). O sucesso desse grupo em praias arenosas é provavelmente devido ao fato de serem animais extremamente ágeis (nas estratégias alimentares e locomoções), possuir boas habilidades de escavação e natação entre a água e o sedimento para alcançar camadas úmidas profundas.

A classe Oligochaeta se distribuiu em todos os estratos e em ambas as faixas, exceto na maré alta quando não foi encontrado no E1. Esses organismos não apresentam estruturas importantes de fixação no sedimento (MONTEIRO, 2010; FILGUEIRAS *et al.*, 2007) e, na maré alta, vão para os estratos inferiores para evitar os sedimentos constantemente revirados pelas quebras de ondas e por serem excelente escavadores em sedimentos mais compactados, o que permite sua locomoção entre os estratos.

O Filo Nemertea, também esteve ausente do estrato superficial, assim como na pesquisa de Cordero *et al.*, (2019) que encontraram esse filo associado aos estratos mais profundos. Para sobreviver em ambientes dinâmicos, sem estresse e gasto de energia, obtém uma excelente habilidade de se enterrar, justamente por ser animais com corpo vermiforme que conseguem passar pelos espaços intersticiais, mantendo a estabilidade aos estratos mais de fundo (JUMARS *et al.*, 2015). Não foram encontrados trabalhos que justificassem a ausência de nemertinos no período noturno. Dessa forma, analisando o comportamento conjunto dos táxons mais abundantes, podemos supor que a presença de *E. brasiliensis* nas camadas mais inferiores no período noturno pode ter afetado a distribuição de nemertinos, fazendo com que se deslocassem para as camadas ainda mais profundas.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As hipóteses pontuadas sobre a distribuição vertical confirmaram que na faixa do MI obtém mais riqueza e densidade as espécies nos estratos de 0-5 cm na faixa do MI, que já era

esperado a medida que os organismos se aproximam da água possivelmente devido à oferta de alimento (matéria orgânica e pequenos organismos) causada pela mobilização do sedimento provocada pelo espriamento das ondas. Ademais, espécies predadoras possuem estratégias que as permitem migrar à superfície para se alimentar de outros organismos.

O MS obteve um caso não esperado de maiores densidades no primeiro estrato. Essa alta densidade foi devido a *E. braziliensis*. Essa espécie mostrou ser o principal táxon para a estruturação vertical da macrofauna e se fez presente nessa camada devido a incidência de fatores físicos (chuva) que contribuiu para que esses organismos não se deslocassem para os estratos mais profundos. A chuva e a baixa temperatura nos dias de coletas contribuí para um ambiente favorável no E1, logo não se fez necessário o gasto de energia para as camadas inferiores para fugir da dessecação.

Na maré alta a hipóteses compactuou com o esperado quanto aos isópodes, mostrando que os crustáceos tem maior densidade por conta do seu ciclo nictemeral, que pode ter contribuído ao estrato superior com objetivo reprodutivo, haja vista que as fêmeas estavam gravidas.

O Filo Nemertea só apareceu nos estratos inferiores e não foram registrados no período noturno. São necessários estudos para observar se há alguma interação biológica com *E. Braziliensis*, visto que a presença do isópode possivelmente faz com que haja o deslocamento de nemertinos.

O presente estudo contribuiu com informações sobre a distribuição vertical da macrofauna bentônica, mostrando que os estratos superficiais (primeiros 10 cm) abrigam a grande maioria dos táxons encontrados. Além disso, é possível compreender que cada organismo tem um padrão de distribuição entre diferentes estratos, que os torna limitantes dependente do fator externo do meio.

Fatores como ondas, marés, granulometria, período do dia e dessecação podem impactar inúmeras espécies presentes nas primeiras camadas estratigráficas do sedimento, sendo necessário entender quais interferem na distribuição das espécies. No presente estudo, a dessecação e a mobilidade do sedimento causada pela quebra de ondas parece ser o principal fator atuante na estruturação vertical da fauna. No entanto, sugerimos mais estudos das relações de diversos fatores abióticos com a fauna, como a temperatura, matéria orgânica, granulometria e umidade de cada estrato.

## 7. REFERÊNCIAS

ANSELL, J & E. NAYLOR. Behavioural basis of intertidal zonation in *Eurydice pulchra* leach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 23: 135- 144. (1983).

ALBINO, J.; COSTA K. G.; CARNEIRO, M. T. W. D. Relações entre a morfodinâmica, geoquímica e comunidade bentônica das praias expostas adjacentes à desembocadura fluvial: caso do rio Doce, Espírito Santo. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) **Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. 244- 265 p.

AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E.F. **Anelida Polychaeta: caracterostica, glossário e chaves para família e gêneros da costa brasileira**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 1996.

AMARAL A. C. Z.; RIZZO, A.E.; ARRUDA, E.P. **Manual de Identificação dps invertebrados Marinhos da Região Sudeste -Sul do Brasil**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. V.1., 2005.

BELÚCIO, L. F.; CARDOSO, D. N. B.; SOUZA, M. S.; BITTENCOURT, R. P., GOES, E. **Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias da biodiversidade dos bentos marinho do Brasil**. Belém, 54p. 1999.

BRAUKO, K. M. **Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêmica de praias arenosas do Paraná**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 75, 2008.

BROWN, A.C., MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. 2ª edição. Amsterdam: Elsevier. 1990.

BRUSCA, R.C., IVERSON, E.W. A guide to the marine isopod Crustacea of Pacific Costa Rica **Rev. Biol. Trop.**, 33 (Suppl. 1) pp. 1-77. 1985.

BRUSCA, RICHARD C. **Invertebrados** / Richard C. Brusca, Wendy Moore, Stephen M. Shuster ; tradução Carlos Henrique de Araújo Cosendey. - 3. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

BOUGIS, P. **Ecologie du plancton marin**. Tome II- Le zooplancton. Masson et Cie., Paris: 200pp. 1974

BOADEN, P. J. S. 1977. The behavior of *Monocelis lineata* (Muller, Tubellaria, Otoplanidae) in a false otoplanid-zone. **Acta Cool. Fenn.**, 154: 37-46

CARDOSO, R. S.; VELOSO, V. G. Embryonic development and reproductive strategy of *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Journal of Natural History** 35, 201–211. 2001.

CARTER, R.W.G. Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. **Academic Press**. 1998.

CELENTANO, E.; LERCARI, D; MANEIRO, P; RODRÍGUEZ, P; GIANELLI, I; ORTEGA, L; ORLANDO, L; DEFEO, O. The forgotten dimension in sandy beach ecology: Vertical distribution of the macrofauna and its environment. **Estuarine coastal and shelf science**, v.217, p. 165-172, 2019.

CHAPMAN, J. **Amphipoda: Chapter 39 of The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon**. Fourth Edition, Completely Revised and Expanded. 2007.

CLARKE, K.R. & GREEN, R.H. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. **Marine Ecology Progress Series**, p. 213-226, 1988.

CLARKE, K. Nonparametric multivariate analyzes of change in environmental multivariate community structure. *Sea. Echo. Prog* 1993. Ser. 92, 205-219.

CORREIA, M.D.; SOVIERZOSKI, H.H. **Ecosistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais**. Maceió: Edufal. 2005. p. 9-42.

CORDERO, J. A. S.; GARCÍ, Y. E. C.; SOLANO, J. C. A.; ARRANZ, B. A. Ecological patterns of macrofauna in sandy beaches of Costa Rica: A Pacific-Caribbean comparison. V.223. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. p 94 - 104. 2019.

CRAIG, P. C. Orientation of the sand beach amphipoda *Orchestoidea corniculata*. **Animal Behavior**,21: 699-706. 1973.

DEFEO, O.; BARBOZA, C. A.; BARBOZA, F. R.; AEBERHARD, W. H.; CABRINI, T.; CARDOSO, R. S.; ORTEGA, L.; SKINNER, V.; WORM, B.; KEITH, S. Aggregate patterns of macrofaunal diversity: an interocean comparison. **Global Ecology and Biogeography**, v.26 n. 7 p. 823-834, 2017.

DEFEO, O.; CARDOSO R.S. Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. **Marine Ecology Progress Series** 239: 169-179. (2002)

DEFEO, O.; JARAMILLO, E.; LYONNET, A. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. **Journal of Coastal Research**. V. 8 p. 830-839, 1992.

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress**. Series 295. p. 1–20. 2005.

DEGRAER, S.; VOLCKAERT, A.; VINCX, M. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 56. 3-4. p. 459-468. 2003.

FILGUEIRAS, V. L.; CAMPOS, L. S.; LAVRADO, H. P.; FRENSEL, R.; POLLERY, R. C. G. Vertical distribution of macrobenthic infauna from the shallow sublittoral zone of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. **Polar Biol.**, v. 30, n. 11, p. 1439-1447, 2007.

FIORI, S., CARCEDO, C., Influence of grain size on the excavation and along the coast distribution of the yellow clam (yellowish macroids). **J. Shellfish Res.** 34, 785–789. 2015.

- GLYNN, P.W., DEXTER, D.M., BOWMAN, T.E. *Excirrolana braziliensis*, a Pan-American sand beach isopod: taxonomic status, zonation and distribution **J. Zool.**, 175. pp. 509-521. 1975
- GRAY, J.S., ELLIOT, M. **Ecology of marine sediments: from science to management**. 2<sup>o</sup>ed. New York: Oxford University Press, 2009. 18 - 188 p.
- INMET. Gráfico diário da estação de São Mateus no mês de dezembro. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/Gráficos/A616> > Acesso em: 03/06/2023.
- JORGE-ROMERO, G., LERCARI, D., ORTEGA, L., DEFEO, O. Long-term ecological footprints of a man-made freshwater discharge into a sandy beach ecosystem. **Echo. Indicator**. 96, 412–420. 2019.
- KLAPOW, L. A. Ovoviviparidade no gênero *Excirrolana* (Crustacea: Isopoda). **J Zool Londres** (162:359–369) 1970.
- KNOX, G. A. **The Ecology of Seashores**. 1<sup>o</sup> edição. CRC Press, Boca Raton, 557 p., 2001.
- LALLI, C. & PARSONS, T. R. **Biological Oceanography: An Introduction**. 1997. Elsevier, PAG. 320. 2nd ed. 1997.
- LAURINO, I. R. A.; CHECON, H. H.; CORTE, G. N., TURRA, A. Flooding affects vertical displacement of intertidal macrofauna: A proxy for the potential impacts of environmental changes on sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V.245.106882. p. 1-8 2020.
- LERCARI, D.; DEFEO, O.; CELENTANO, E. Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. **Marine Pollution Bulletin**. V. 44, Issue 12. p. 1397-1404. 2002.
- MCARDLE, S. B.; MCLACHLAN, A. Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. **Journal of Coastal Research**, v. 8 n. 2 p. 398-407, 1992.
- MCLACHLAN, A. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress**. Series 131. p. 205–217.1996.
- MCLACHLAN, A., Donax on a high-energy beach: an experimental approach. **J. Molluscan Stud**. 64, 492–495. 1998
- MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The Ecology of Sandy shores**. New York: Elsevier, 2006.
- MCLACHLAN, A., DEFEO, O. **Coastal beach ecosystems**. In: Levin, S.A. (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*, second ed., vol. 2. Academic Press, Waltham. p. 128–136. 2013.
- MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. **The Ecology of Sandy Shores (Third Edition)**, Academic Press. Pages 503-542, ISBN 9780128094679, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809467-9.16001-1>. (2018).

- MCLACHLAN, A.; DEFEO O. Characterising sandy beaches into major types and states: Implications for ecologists and managers. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 215, 152-160, 2018.
- MCLACHLAN, A.; DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal Coastal Research.** p.674–687. 2005
- MCLACHLAN, A.; E. JARAMILLO. Zonation of Sandy Beach. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 33:305-335. (1995).
- MCLACHLAN, A.; TURNER, I.; The intertidal environment of sand beaches. *Marine Ecology*, 15(3/4):177211. 1994
- MELO P.A.M.C, NEUMANN-LEITÃO. S., GUSMÃO. L.M.O., PORTO NETO. F.F. Variação nictemeral do macrozooplâncton na barra Orange – Canal de Santa Cruz, estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 3(2): 30-49. 2008.
- MONTEIRO, G. S. C. **Variação temporal de pequena escala da macrofauna bentônica da zona costeira rasa da enseada Martel (baía do Almirantado, Antártica), com ênfase em Annelida Polychaeta.** Dissertação. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2010.
- NAYLOR, E. E REJEKI, S. Migrações de maré e comportamento rítmico de Sandbeach Crustacea. **Revista Chilena de História Natural**, 69, 475–484. (1996).
- NAYLOR, E. **Chronobiology of Marine Organisms.** UK: Cambridge University Press. 242p. 2010.
- OPEN UNIVERSITY. Waves, tides and shallow water processes, 2nd edn. **Pergamon Press**, Oxford. 2002.
- OTEGUI, M. B. P; BLANKENSTEYN, A.; PAGLIOSA, P. R. Population structure, growth and production of *Thoracophelia furcifera* (Polychaeta: Opheliidae) on a sandy beach in Southern Brazil. **Helgoland marine research**, v. 66 n. 4 p. 479-488, 2012.
- OWCZARZAK, I. G. **Ocorrência e uso do Hemipodia californiensis (Hartman 1938) (POLYCHAETA Glyceridae) em praias arenosas de três localidades da Ilha de Santa Catarina, Brasil.** Monografia. Florianópolis, SC. 1-29 p. 2009.
- PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha.** 2º ed., Ed. Interciência, Rio de Janeiro, p. 213-239. 2009.
- PMSM. Praias. Prefeitura Municipal de São Mateus, 2023. Disponível em: <<https://www.saomateus.es.gov.br/guia-turistico/praias>> Acesso em: 03/06/2023.
- POULIN, R., LATHAM, D., 2002 *Talorchestia quoyana* (Amphipoda: Talitridae). **Animation behav.** 63, 269–275. (2008).

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <URL <https://www.R-project.org/>>.

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

RODIL, I. CIVIDANES, S., LASTRA, M., LÓPEZ, J. Vertical seasonal variability distribution of benthic macrofauna and sedimentary organic matter on an estuarine beach (Northwest Spain). **Stunning. Costa** 31, 382-395. 2008.

RE P. M. A. Biologia marinha. **Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa**. 2000.

RE P. M. A. B. Ecologia do plâncton marinho e estuarino. 1ed. **Lisboa: Sabenta**, p108. 2005.

REIS, T.R. Caracterização da macrofauna bentônica de praia da ilha de Guriri, ES. São Mateus. Monografia. **Universidade Federal do Espírito Santo - UFES**. 2015.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. Relatório anual - Anexo 4 Praias. RT- 20, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática. **Fundação Espírito-santense de tecnologia**, 2019, p.26-36.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. Relatório anual - Anexo 4 Praias. RT- 36C, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática. **Fundação Espírito-santense de tecnologia**, 2020, p.26-36.

SCHLACHER, T.A.; THOMPSON, L., 2013. Spatial structure on sandy beaches exposed to the ocean: Faunistic zonation metrics and their variability. **Sea. Eco. Program To be**. 478, 43–55.

SILVA, L. L. M. Aspectos ecológicos da epifauna bêmica dos manguezais de Parna-Açu, Ilha de São Luís. MA: Epifauna de substratos móveis do mesolitoral. Monografia (Ciências Biológicas). Universidade **Federal do Maranhão**, São Luís, 2006.

VELOSO, V. G.; NEVES, G. Praias Arenosas. In: PEREIRA, R. C. & GOMES, A. S. (Orgs.). **Biologia Marinha**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2009.

ZAJAC, R. N., WHITLATCH, R. B. Responses of estuarine infauna to disturbance. 11. Spatial and temporal variation of succession. **Marine Ecology Progress Series** v.10, p. 15-17, 1982.

ZARET T.M. & SUFFERN. J.S. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. **Limnol. Oceanography**, 21(6): 804-813. 1976.

## 8. APÊNDICE

**Apêndice A .** Resultados dos fatores ambientais coletados durante o campo. **C1-** Coleta 1, **C2-** Coleta 2; **MI-** Mesolitoral Inferior e **MS -** Mesolitoral Superior; (**MBD**) Maré baixa do dia, (**MAD**) Maré Alta tarde, **MBN-** Maré Baixa Noite.

Etiqueta	Temperatura do sedimento (C°)	Temperatura do ar (C°)	Temperatura da água (C°)	Salinidade
C1-MS-MBD	24	24	25,6	28
C1-MI-MBD	26	24	25,6	28
C1-MS-MAD	29	27	24	35
C1-MS-MBN	25	24	24	29
C1-MI-MBN	22	24	24	29
C2-MS-MBD	25	24,5	26	35
C2-MI-MBD	26	24,5	26	35
C2-MS-MAD	30	32	25	35
C2-MS-MBN	24	24,2	25,5	32
C2-MI-MBN	24	24,2	25,5	32

**Apêndice B.** Abundância total das espécies encontradas entre o período da manhã, tarde e noite.

TABELA DE FAUNA TOTAL

Taxón	Período		
	MANHÃ	TARDE	NOITE
<b>Filo Artropoda</b>			
Geophilidae	0	1	2
Amphipoda	0	0	1
Atylidae	0	0	1
Talitridae	0	0	4
Phoxocephalidae	1	0	0
Synopiidae	1	0	6
<i>Excirrolana braziliensis</i>	65	157	126
<i>Emerita brasiliensis</i>	1	0	0
<b>Filo Annelida</b>			
Oligochaeta	50	59	42
Psionidae	0	0	1
Saccociridae	2	0	0
Glyceridae	5	0	8
<i>Spio sp.</i>	0	0	1
<b>Filo Nemertea</b>			
	62	61	17
<b>Filo Platyhelminthes</b>			
	6	9	10



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
KARLA GONCALVES DA COSTA - SIAPE 1717360  
Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas - DCAB/CEUNES  
Em 14/07/2023 às 15:05

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/750008?tipoArquivo=O>