



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ARIANE MARIA DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA DINÂMICA ESPAÇO-
TEMPORAL DA MEIOFAUNA: UM ESTUDO NA PRAIA DE MARACAÍPE,
PERNAMBUCO**

RECIFE

2024

ARIANE MARIA DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA DINÂMICA ESPAÇO-
TEMPORAL DA MEIOFAUNA: UM ESTUDO NA PRAIA DE MARACAÍPE,
PERNAMBUCO**

Monografia apresentada ao curso de bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Betânia Cristina Guilherme

Coorientador: MSc Mário Guimarães da Silva Filho

RECIFE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N244i

Nascimento, Ariane Maria

INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA
MEIOFAUNA: UM ESTUDO NA PRAIA DE MARACAÍPE, PERNAMBUCO / Ariane Maria Nascimento. - 2024.
51 f. : il.

Orientadora: Betania Cristina Guilherme.

Coorientadora: Mario Guimaraes da Silva Filho.

Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Recife, 2024.

1. Ecossistemas marinhos. 2. Microinvertebrados. 3. Dinâmica ecológica. I. Guilherme, Betania Cristina, orient. II.
Filho, Mario Guimaraes da Silva, coorient. III. Título

CDD 574

ARIANE MARIA DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA DINÂMICA ESPAÇO-
TEMPORAL DA MEIOFAUNA: UM ESTUDO NA PRAIA DE MARACAÍPE,
PERNAMBUCO**

Monografia apresentada ao curso de bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 08/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Betânia Cristina Guilherme (Orientadora)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

MSc. Swane Sâmia de Moraes Reis (Titular)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Patrícia Fernandes Neres (Titular)

Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha (Suplente)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e pela intercessão de Maria, por me guiar e me proteger nesta jornada. Também agradeço a mim mesma, por não ter desistido.

A minha mãe, Ângela, por ter feito o possível e impossível pela minha criação e educação, pelos conselhos, e pelo legado deixado em vida. A profissional que estou me formando tem como principal referência e inspiração todo seu esforço, dedicação e amor pelo o que faz. Espero que eu esteja a orgulhando. Ao meu pai, que mesmo estando distante da minha realidade, acredita em mim e não mede esforços para me ver bem. Aos demais familiares que contribuíram e incentivaram nesse processo, em especial, aos meus avós maternos, a Tia Lu e Tio Maurício.

As minhas amigas, Emilly e Suellen, que estão comigo desde o ensino médio e vivenciaram juntas toda a luta até entrar na faculdade. Agradeço a Emilly pelos momentos vividos até a metade do curso, que não teria sido a mesma coisa sem você. Obrigada por acreditar em mim até mais que eu mesma haha.

As minhas amigas de turma, Tereza, Tati e Thays, vocês são incríveis! Obrigada pelos dias compartilhados, até nos mais difíceis, e Gabriel littlecouto, foi muito massa ter me aproximado mais de você, obrigada por ser minha duplinha nas viagens e pelos vários incentivos.

As amizades que fiz no LEMS, laboratório que faço parte desde 2020. Agradeço imensamente a Swane, que me introduziu nesse mundo da pesquisa científica, contribuindo na minha formação. Ao meu coorientador, Mário, obrigada pela paciência, disponibilidade e parceria. A Thamires, que iniciou junto comigo, sofreu junto comigo haha, mas também aprendemos muito uma com a outra. A Bruna, Beatriz Eduarda e Analyce, pelas horas de conversas e muito trabalho em 2022. Ao Dr.Ivo, pela parceria formada. Obrigada por confiar em mim e por ter compartilhado tanto conhecimento. E por fim, as minhas fofoqueiras e cafeinadas, Renata e Beatriz. Obrigada por estarem comigo nessa reta final, a ajuda e amparo de vocês está sendo essencial.

Agradeço também a coordenadora do LEMS e minha orientadora Betânia Cristina Guilherme pelas oportunidades durante esses anos, que com certeza me fizeram evoluir como profissional. Obrigada por me receber tão bem no laboratório, pela confiança e aprendizados.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma com as minhas pesquisas, tive a sorte de encontrar as pessoas certas no momento certo. Completo os agradecimentos a todos que compõem a UFRPE, por transformarem a universidade em um ambiente acolhedor, sendo minha segunda casa durante esses anos.

*Mas quem sofre sempre tem que procurar
Pelo menos vir achar
Razão para viver*

*Ver na vida algum motivo pra sonhar
Ter um sonho todo azul
Azul da cor do mar*

(Tim Maia)

RESUMO

As praias arenosas são ecossistemas altamente dinâmicos, principalmente na zona entremarés, onde se estabelece um gradiente ambiental que influencia na distribuição dos organismos bentônicos. Dentre estes, encontra-se a meiofauna, composta por microinvertebrados de hábito intersticial e que apresentam alta sensibilidade, alta abundância e rápido ciclo de vida, sendo uma ótima ferramenta em estudos ambientais. Partindo desta premissa, este trabalho tem como objetivo caracterizar a distribuição espaço-temporal da estrutura da comunidade da meiofauna, na zona entremarés, de uma praia arenosa com diferentes subsistemas naturais e uso antrópico. As coletas foram realizadas na praia de Maracaípe – PE, durante os meses de outubro/2021 e julho/2022. Três pontos ao longo da praia com condições ambientais distintas foram selecionados: o primeiro caracteriza-se por um estágio morfodinâmico mais reflectivo e baixo uso antrópico, o segundo apresenta um estágio intermediário e alta ocupação antrópica e o terceiro apresenta um estágio dissipativo, alto uso antrópico, além da presença de recifes e um estuário. Em cada ponto, um transecto foi demarcado, permitindo a coleta nas três zonas do mediolitoral (superior, médio e inferior), em dois estratos de profundidade (0-5 cm e 5-10 cm). Três réplicas do sedimento de cada estrato em cada zona foram coletadas para análise da meiofauna e granulometria, além da aferição de outras variáveis abióticas (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e precipitação). As amostras biológicas passaram pela técnica de flotação com sílica coloidal para separação dos organismos e triagem em placas de *dolffuss* sob estereomicroscópio. A granulometria foi analisada seguindo a metodologia de peneiramento à seco. Utilizando-se da estatística descritiva, foram realizadas análises univariadas e multivariadas para comparar a distribuição quali-quantitativa dos organismos. A comunidade da meiofauna esteve composta por 9 taxa, com maior abundância de Nematoda, Copepoda e Tardigrada. Foram constatadas diferenças significativas na estrutura da comunidade entre os meses, transectos, zonações e estratos. A comunidade do mês chuvoso apresentou menor densidade. A região da praia que apresentou maior densidade da meiofauna, embora caracterizada por um intenso uso antrópico, também apresenta características naturais únicas e favoráveis para o sucesso da comunidade. As diferenças nas condições ambientais ao longo da praia, como no hidrodinamismo e na granulometria apresentaram influência na distribuição vertical e horizontal dos organismos. Os resultados evidenciam a complexidade da dinâmica da meiofauna em ambientes de praias arenosas, podendo auxiliar na orientação de medidas de conservação adequadas.

Palavras-chave: Ecossistemas marinhos; Microinvertebrados; Dinâmica ecológica.

ABSTRACT

Sandy beaches are highly dynamic ecosystems, especially in the intertidal zone, where an environmental gradient is established that influences the distribution of benthic organisms. Among these, meiofauna is found, composed of interstitial microinvertebrates that exhibit high sensitivity, abundance, and rapid life cycles, making them an excellent tool in environmental studies. Based on this premise, this study aims to characterize the spatiotemporal distribution of meiofauna community structure in the intertidal zone of a sandy beach with different natural subsystems and anthropogenic uses. Collections were carried out at Maracaípe Beach – PE, during October/2021 and July/2022. Three points along the beach with distinct environmental conditions were selected: the first characterized by a more reflective morphodynamic stage and low anthropogenic use, the second with an intermediate stage and high anthropogenic occupation, and the third featuring a dissipative stage, high anthropogenic use, as well as the presence of reefs and an estuary. At each point, a transect was demarcated, allowing collection in the three zones of the mid-littoral (upper, middle, and lower), at two depth strata (0-5 cm and 5-10 cm). Three replicates of sediment from each stratum in each zone were collected for meiofauna and granulometry analysis, in addition to the measurement of other abiotic variables (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, conductivity, and precipitation). Biological samples underwent flotation with colloidal silica for organism separation and sorting on dollfuss plates under a stereomicroscope. Granulometry was analyzed following the dry sieving methodology. Using descriptive statistics, univariate and multivariate analyses were performed to compare the qualitative-quantitative distribution of organisms. The meiofauna community comprised 9 taxa, with higher abundance of Nematoda, Copepoda, and Tardigrada. Significant differences were found in the community structure among months, transects, zones, and strata. The rainy month community showed lower density. The beach region with the highest meiofauna density, although characterized by intense anthropogenic use, also exhibited unique natural characteristics favorable to community success. Differences in environmental conditions along the beach, such as hydrodynamics and granulometry, influenced the vertical and horizontal distribution of organisms. The results highlight the complexity of meiofauna dynamics in sandy beach environments, which could assist in guiding appropriate conservation measures.

Keywords: Marine ecosystems; Microinvertebrates; Ecological dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo com respectivos transectos delimitados.	20
Figura 2: Imagens do primeiro transecto de coleta na praia de Maracaípe – PE.	21
Figura 3: Imagens do segundo transecto de coleta na praia de Maracaípe - PE.....	21
Figura 4: Imagens do terceiro transecto de coleta na praia de Maracaípe – PE.....	22
Figura 5: Desenho amostral para coleta da meiofauna bentônica nos níveis superior (S), médio (M) e inferior (I), da região entremarés. MAS: Maré alta de sizígia, MBS: Maré baixa de sizígia, MF: Marco fixo. Esquema: Tatiana M. Steiner.	22
Figura 6: Materiais utilizados durante coleta em campo: A- Seringa utilizada como amostrador para coleta estratificada, B- Sonda multiparâmetros, C- Potes para armazenamento das amostras biossedimentológicas	23
Figura 7: Materiais utilizados em laboratório: A- peneiras geológicas sobrepostas (superior- 500 µm e inferior - 44 µm), B- Placa de Dollfus sob estereomicroscópio utilizados para identificação da meiofauna, C- Agitador de peneiras eletromagnético.	24
Figura 8: Composição granulométrica na praia de Maracaípe – PE (CMF: cascalho muito fino, AMG: areia muito grossa, AG: areia grossa, AM: areia média, AF: areia fina, AMF: areia muito fina; O- Outubro, J- Julho).	26
Figura 9: Abundância relativa da meiofauna na praia de Maracaípe – PE (O- Outubro, J- julho).....	27
Figura 10: Densidade média e riqueza da meiofauna na praia de Maracaípe – PE (O- Outubro, J-Julho).	29
Figura 11: Análise de ordenação não-métrica multidimensional (nMDS) da comunidade da meiofauna durante os meses, nos transectos, zonações e estratos da praia de Maracaípe – PE.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado das variáveis abióticas na praia de Maracáipe – PE.	25
Tabela 2: Resultados da PERMANOVA para a comunidade de meiofauna da praia de Maracáipe– PE. GL= grau de liberdade; MS= média dos quadrados, p= probabilidade ($p < 0,05$ = diferença significativa, * sinaliza diferença não significativa).	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 PRAIAS.....	15
3.2 BIOMONITORAMENTO	17
3.3 MEIOFAUNA	18
4 METODOLOGIA	20
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
3.2 ESTRATÉGIA AMOSTRAL	22
4.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS.....	23
4.4 ANÁLISE DE DADOS.....	24
4.4.1 Descritores biológicos	24
4.4.2 Análises Multivariadas	25
5 RESULTADOS	25
5.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	25
5.2 MEIOFAUNA	27
5.2.1 Composição taxonômica	27
5.2.3 Estrutura da comunidade	28
6 DISCUSSÃO	32
7 CONCLUSÃO	36
8 REFERÊNCIAS	37
ANEXO A	
ANEXO B	

1 INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ambientes de condições altamente dinâmicas, resultado principalmente da interação de ondas, marés e ventos com o leito arenoso da costa (SHORT; WHRIGHT, 1983). A região que fica entre os níveis mínimo e máximo das marés, é denominada zona entremarés (ou mediolitoral) (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). As interações entre os fatores bióticos e abióticos nessa região são complexas e ainda carecem de uma caracterização completa (WIDDOWS; BRINSLEY, 2002; JUDGE; HELMUTH, 2018).

Devido às variações das marés, essa região passa por ciclos regulares de exposição e inundação, levando à formação de um gradiente físico-químico. Esse gradiente, caracterizado por variações na temperatura, salinidade, umidade, composição do sedimento e oxigenação, por exemplo, desempenha um papel fundamental na determinação da distribuição horizontal e vertical dos organismos bentônicos presentes (SILVA, 2006; GINGOLD et al, 2010; SANTOS; COUTO, 2015).

Além disso, é uma região que apresenta uma maior vulnerabilidade em relação aos impactos antrópicos, como a poluição e atividades relacionadas ao turismo, como o pisoteio e o tráfego de veículos (DEFEO, et al., 2009; SCHLACHER; THOMPSON, 2012). Essas ações colocam em risco não só a integridade ecológica do ambiente, mas também, sua capacidade em fornecer serviços ecossistêmicos (AMARAL et al., 2016). Todo esse estresse ambiental representa um fator limitante para o estabelecimento de muitos organismos bentônicos (AMARAL et al., 2011).

Dentre esses organismos, destaca-se a meiofauna, que é composta por microinvertebrados de hábito de vida intersticial, com representantes de quase todos os Filos de invertebrados (SCHMIDT-RHAESA, 2020). Esta fauna utiliza o substrato como proteção e abrigo e dele retiram seu alimento. Além disso, desempenham importantes papéis ecológicos, como sua participação na teia trófica, atuando no fluxo de energia dos sistemas bentônicos, e também, na ciclagem de nutrientes (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018).

Abordagens integradas entre a meiofauna e seu ambiente sedimentar podem fornecer informações valiosas sobre o grau de perturbação em determinado local (SUN et al, 2014). Diferenças nas condições hidrodinâmicas e na granulometria do sedimento são exemplos de fatores naturais determinantes na distribuição horizontal (ao longo da costa) e vertical (em profundidade) da comunidade (HULLINGS; GRAY, 1976). Além das variações espaciais, pode-se observar variações temporais em escalas diferentes: migrações diárias, quinzenais, mensais ou sazonais, estando relacionadas com fatores como os ciclos de marés, ciclo de vida

dos organismos e condições climáticas (BROWN; MCLACHLAN, 2006; SILVA, et al., 1997). Essas mudanças podem criar desafios ou oportunidades para os organismos, dependendo de sua adaptabilidade (GIERE; SCHRATZBERGER, 2023).

Em decorrência de sua ampla distribuição na natureza, abundância eminente, íntima associação com os sedimentos, altos índices de reprodução e rápido ciclo de vida, os organismos meiofaunísticos são considerados ideais para o estudo de possíveis efeitos ecológicos dos fenômenos naturais e impactos antrópicos (SCHRATZBERGER et al., 2002). Isso porque eles apresentam respostas rápidas a perturbações ambientais, expressas através de variações na sua abundância, diversidade e distribuição, tornando-se assim, um importante indicador biológico para a avaliação da qualidade ambiental (LAGE; COUTINHO, 2012).

A partir disso, este estudo assume uma abordagem investigativa, visando preencher lacunas sobre a biodiversidade dos organismos da meiofauna, e como essa comunidade vem se estruturando ao longo do tempo, em meio a impactos de diversas naturezas. Tendo em vista também, a urgente necessidade de se monitorar a saúde dos ecossistemas marinhos (BORJA et al., 2013), sendo fundamental para o desenvolvimento de ações de conservação e gestão costeira adequadas.

Nesse contexto, levanta-se o seguinte questionamento: Há diferença significativa na estrutura da comunidade da meiofauna em uma praia arenosa com condições ambientais distintas? E as seguintes hipóteses: H1: A estrutura da comunidade é significativamente diferente ao longo da praia e varia de acordo com nível da zona entremarés e o estrato das camadas de sedimento; H2: Ocorre variação temporal significativa; H3: A granulometria exerce influência na composição da comunidade da meiofauna em diferentes áreas da praia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a distribuição espaço-temporal da estrutura da comunidade da meiofauna em uma praia arenosa (Maracaípe - Pernambuco, Brasil).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a distribuição horizontal da meiofauna na zona do mediolitoral em áreas de diferentes subsistemas naturais e uso antrópico da praia, durante os períodos seco e chuvoso;
- Comparar a distribuição vertical da meiofauna na zona do mediolitoral em áreas de diferentes subsistemas naturais e uso antrópico da praia, durante os períodos seco e chuvoso;
- Correlacionar a influência da granulometria na estrutura da comunidade da meiofauna.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PRAIAS

A zona costeira brasileira compreende uma faixa de aproximadamente 9.000 km de extensão, sendo 198 km correspondentes ao litoral pernambucano, representando cerca de 2% da costa brasileira (SHORT; KLEIN, 2016). Neste trecho, encontram-se diversos tipos de praias, incluindo praias arenosas, rochosas e estuarinas, que são um ecótono entre os ambientes marinho e terrestre (BIRD, 2008).

As praias arenosas são exemplos de ecossistemas altamente dinâmicos, influenciados principalmente pela interação das forças físicas de ondas, marés, ventos e a movimentação de sedimentos (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). Essa dinâmica de interação é citada por Amaral et al. (1999) como responsável pelo desenvolvimento das praias arenosas e seus processos geomorfológicos que atuam na sua erosão e deposição.

As praias arenosas podem ser classificadas em diferentes tipos de acordo com seu nível de dissipação de energia. Dois extremos (refletivo e dissipativo) e quatro estágios intermediários (GÓMEZ-PUJOL; ORFILA, 2020). No estado refletivo, as praias apresentam maior declividade e as ondas refletem diretamente na face da praia, possuindo uma zona de surfe mais curta, resultando em uma menor dissipação de energia, e sedimento mais grosso (CALLIARI et al., 2003).

De modo oposto, o estado dissipativo é caracterizado por praias com uma tipografia mais plana, onde a energia das ondas começa a ser dissipada na zona de surfe, que geralmente possui maior amplitude, indo em direção à zona de arrebentação, apresentando sedimento mais fino (GÓMEZ-PUJOL; ORFILA, 2020). Já os quatro estágios intermediários encontram-se em ordem crescente quanto ao nível de energia (Terraço baixa-mar; Bancos transversais; Banco de praia cúspide; Banco de calha longitudinal) e apresentam características de ambos os extremos (CALLIARI et al., 2003).

Ainda é possível classificar as zonas litorâneas em três principais segmentos, que se estendem entre o limite interno, em direção a terra, e o limite marinho (GARRISON, 2016). O supralitoral corresponde a zona mais exposta ao ar, atingido apenas por respingos das marés mais altas. Em contrapartida, o infralitoral é a faixa que permanece sempre submersa (BOADEN; SEED, 1985). A faixa intermediária, é denominada de mediolitoral, compreendendo a zona entre-marés, sendo frequentemente coberta e descoberta, subdividida entre Mediolitoral Superior, Médio e Inferior (COUTINHO; ZALMON, 2009; DUTRA, 2011).

Apesar de sua aparência desértica, as praias arenosas têm sido objeto de estudos ecológicos há quase um século (BRUCE, 1928), revelando uma biota diversificada e bem adaptada ao dinamismo do ambiente (VIANA et al., 2005). As zonas supralitorais são importantes áreas de nidificação para tartarugas e aves limícolas. Fornecem também um habitat favorável para alguns insetos, como besouros, formigas e moscas, e alguns macroinvertebrados típicos, como a maria-farinha, alguns anfípodas e isópodes. As zonas de arrebentação são importantes áreas de berçários e alimentação para peixes, abrigando uma diversidade de moluscos bivalves e equinodermos (DEFEO et al, 2009; COLOMBINI et al, 2003; COSTA et al, 2022)

Nas zonas entremarés, devido a constante agitação do sedimento e pelas cheias e vazantes das marés, a fauna bentônica é de natureza semicríptica, escondendo-se dentro da areia e emergindo apenas para se alimentar ou realizar outras funções vitais, e a maioria desses organismos não é visível a olho nu (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). Isso se deve também, à ampla variedade de habitats bióticos proporcionados pelos sedimentos arenosos, incluindo o ambiente intersticial (MCLACHLAN; TURNER, 1994), que pode representar até 37% do volume total do sedimento e é composto por um sistema de poros cujas características variam conforme o grau de seleção, tamanho e forma dos grãos (CRISP; WILLIAMS, 1971).

Além de sua importância para a biodiversidade, esses ecossistemas servem como uma zona de proteção costeira contra a ação das ondas e podem ser explorados para fins comerciais, recreacionais e culturais, contemplando uma ampla gama de serviços ecossistêmicos (HARRIS; DEFEO, 2022). No entanto, a crescente intensificação das atividades humanas nesses ambientes tem colocado em risco sua integridade ecológica (AMARAL et al, 2016).

No Brasil, essa expansão tornou-se evidente na década de 1970, estando atrelada ao desenvolvimento de portos, indústrias, vilarejos e propriedades de veraneio, como também, ao aumento do turismo. Cabe ressaltar que no início, a gestão costeira era inexistente ou ainda estava nos estágios iniciais, resultando em um desenvolvimento desordenado e não sustentável (SHORT; KLEIN, 2016; AMARAL et al, 2016).

Todas essas atividades vêm gerando impactos severos, e muitas vezes, irreversíveis, ocasionando no desequilíbrio e na perda substancial da biodiversidade. O monitoramento contínuo desses ecossistemas é fundamental para orientar a criação de planos de gestão costeira, assim como ações de conservação e educação ambiental, em busca de mitigar os impactos, levando em consideração os fatores ecológicos e socioeconômicos (MCLACHLAN et al, 2013; DIAS, 2018).

3.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL

Estudos de monitoramento ambiental envolvem amostragens repetidas de parâmetros medidos através do tempo e do espaço, incluindo variáveis físicas e químicas, e dados biológicos, podendo ser de curto prazo ou longo prazo. Essa abordagem permite capturar tendências de longo prazo e eventos pontuais que afetam o ambiente (ARTIOLA et al., 2004).

O monitoramento de longo prazo possibilita a detecção de mudanças graduais e a compreensão das respostas dos ecossistemas a pressões ambientais persistentes (LINDENMAYER et al., 2010). Pode-se avaliar, por exemplo, o impacto de mudanças climáticas e de atividades humanas, como a poluição e a urbanização sobre os ecossistemas naturais (WIDDOWS; BRINSLEY, 2002; YAN et al., 2021; YAYLA et al., 2022).

Já o monitoramento de curto prazo, permite capturar eventos pontuais e mudanças rápidas que afetam o ambiente, sendo valioso para a detecção precoce de eventos ambientais extremos, como derramamentos de substâncias tóxicas ou desastres naturais, que podem ter impactos imediatos e graves (SUGUMARAN et al., 2019; GAMBI et al., 2020).

O biomonitoramento é uma abordagem que fornece informações sobre a resposta biológica em função das mudanças no ambiente. Os tipos de organismos utilizados neste processo, seja como indivíduos (ou parte deles) ou como comunidades, podem reagir ou adaptar-se às mudanças ambientais (DODDS; WHILES, 2010). A observação desses organismos e a análise de seus padrões de resposta (fisiológicas ou comportamentais), podem indicar que determinadas variáveis físicas ou químicas estão fora dos seus limites preferenciais (GERHARDT, 2002).

O uso conjunto de diferentes organismos e de níveis tróficos distintos, pode proporcionar uma avaliação mais abrangente da saúde do ecossistema. Algumas características de bons organismos bioindicadores devem ser consideradas, tais como: alta abundância e ampla distribuição; fornecer uma resposta mensurável, rápida e proporcional ao impacto; taxonomicamente bem documentados e estáveis; e a facilidade e economia na realização de pesquisas (HOLT; MILER, 2011; CHANDEL, et al, 2023).

Os dados provenientes de um monitoramento podem ser valiosos para muitas finalidades, entre elas: detectar e avaliar mudanças na estrutura e função do ecossistema; gerar novas e importantes questões sobre a dinâmica ecológica e orientar a legislação ambiental baseado em evidências (LINDEMAYER; LIKENS, 2010). Como destacado no trabalho de O' Connor et al (2020), direcionar os esforços iniciais para áreas identificadas como focos de mudança na biodiversidade, deduzidos a partir da análise de tendências, é necessário para monitorar as mudanças globais na biodiversidade à medida que a crise ecológica se intensifica.

3.3 MEIOFAUNA

A meiofauna ocupa uma posição intermediária entre a microfauna e a macrofauna bentônica, com dimensões corporais que geralmente variam de 500 a 44 μm (GIERE, 2009). O tamanho microscópico reflete o benefício evolutivo que esses organismos têm que lhes permite sobreviver e prosperar no espaço intersticial (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018). A comunidade da meiofauna está representada por praticamente todos os filos de invertebrados, sendo os principais encontrados: Nematoda, Tardigrada, Arthropoda, Anellida e Platyhelminthes (SCHMIDT-RHAESA, 2020).

Ainda é possível classificar a meiofauna em permanente, que são aqueles indivíduos que permanecem o ciclo de vida inteiro no bentos, como os nematódeos, rotíferos e copépodes harpacticoides; e temporária, que são as espécies que passam apenas uma parte da vida como meiofauna, e posteriormente, tornam-se da macrofauna ou emergem do bentos, como algumas larvas de insetos e crustáceos (TRAUNSPURGER; MAJDI, 2017).

A meiofauna é encontrada em uma ampla variedade de habitats, incluindo substratos consolidados e inconsolidados de ecossistemas aquáticos (marinhos e continentais), como praias, estuários, rios, lagos e lagoas (GIERE, 2009). Em substratos marinhos, é encontrada entre os grãos de sedimento (SHERMAN; COULL, 1980) ou associada a substratos duros, como recifes de corais (SARMENTO et al, 2015), macroalgas, costões rochosos (VENEKEY et al, 2008) e cascos de tartarugas marinhas (CORRÊA et al, 2014). Já em habitats de águas continentais, ela é encontrada em sedimentos de corpos hídricos, desde as margens até o fundo, podendo estar associada também a macrófitas e aos líquens (GONÇALVES, 2015).

Esses organismos são cosmopolitas e sua distribuição geográfica é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo temperatura, salinidade, disponibilidade de oxigênio, nutrientes e sedimentos (SCHMIDT-RHAESA, 2020). Por exemplo, a meiofauna marinha é mais abundante em áreas com maior concentração de matéria orgânica sedimentar (DANOVARO et al, 2006). Dessa forma, a meiofauna é mais abundante em ambientes marinhos rasos e costeiros, onde a disponibilidade de nutrientes é maior (VANRESEU et al, 2023).

Porém, também é possível encontrar alguns indivíduos em grandes profundidades, como nas fossas oceânicas e até em ecossistemas polares, em que a comunidade de organismos é composta por espécies adaptadas para sobreviver em condições extremas (GIERE; SCHRATZBERGER, 2023). Os nematódeos e copépodes são os grupos mais abundantes encontrados nestes tipos de habitats (ZEPPELLI et al, 2018). A presença de compostos químicos específicos e condições físicas extremas pode limitar a diversidade e a abundância da

meiofauna, enquanto aqueles organismos que conseguem se adaptar, muitas vezes exibem características fisiológicas notáveis, como uma boa osmorregulação e termorregulação e a suspensão metabólica temporária (INGELS et al, 2023).

A meiofauna desempenha vários papéis de importância ecológica no ambiente bentônico, uma vez que participa de forma ativa no fluxo de energia, facilitando a biomineralização da matéria orgânica (COULL, 1988), a regeneração de nutrientes e o fornecimento de alimento para níveis tróficos superiores (DANOVARO, 1996; DANOVARO et al., 2007; MOENS et al., 2013). Dessa forma, a meiofauna contribui para os serviços ecossistêmicos bentônicos por meio de seus processos ecológicos e atividades biológicas, como a bioturbação e alimentação (DE GROOT, 2006).

Os primeiros estudos realizados com a meiofauna datam do século XIX (GIERE, 2009). Tais estudos eram restringidos à taxonomia e morfologia de grupos isolados, sendo importantes para a sistemática zoológica (SWEDMARK, 1964). Posteriormente, começaram estudos que utilizam a meiofauna como instrumento de experimentos em campo e em laboratório (COULL; PALMER, 1984; PALMER; MOLLOY, 1986), com o objetivo de conhecer seus aspectos ecológicos (COULL, 1999; DA ROCHA, 2003; GUILHERME et al., 2011) e aprimorar o conhecimento taxonômico (VENEKEY, 2007; GUILHERME, 2010; GUIDETTI; BERTOLANI, 2005).

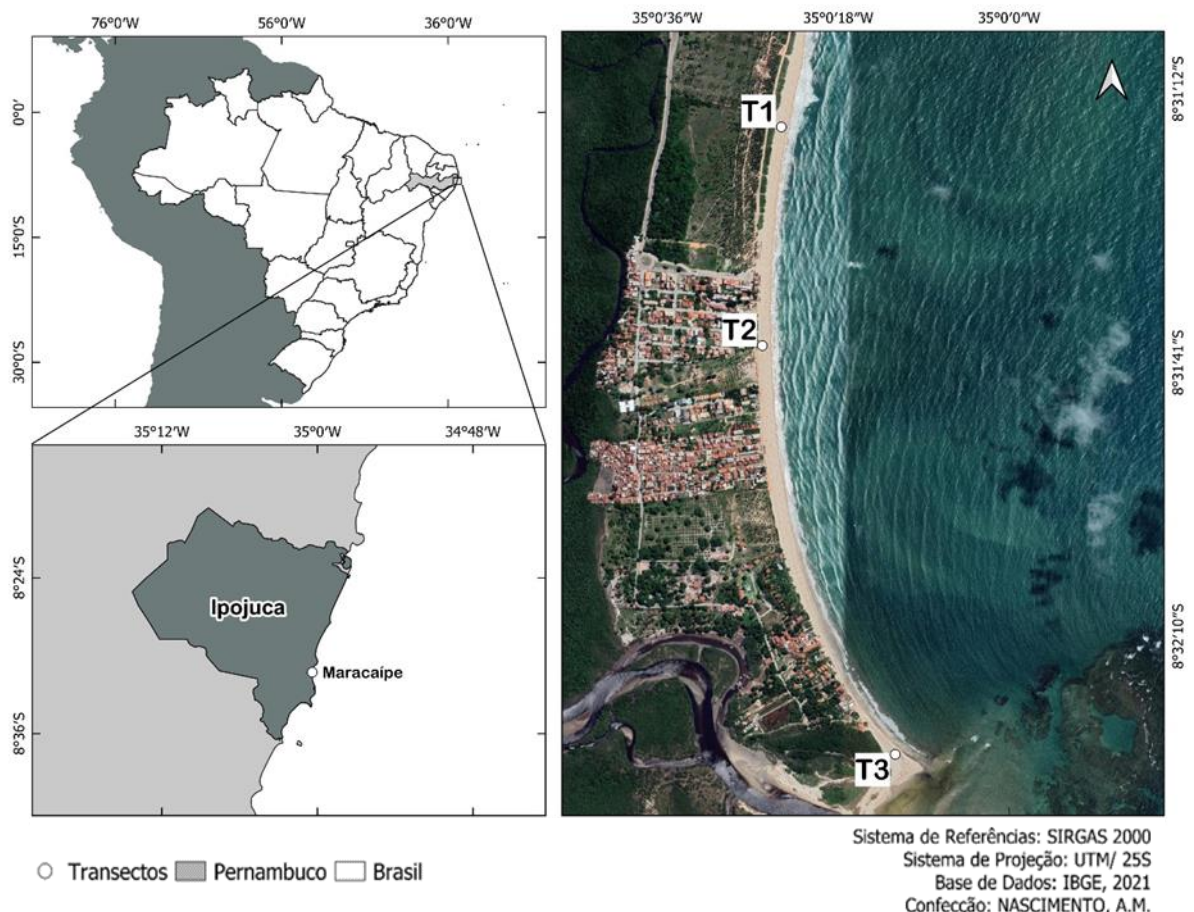
Atualmente, abordagens diversificadas vêm colaborando para os estudos da meiofauna, principalmente para entender os seus papéis em ecossistemas bentônicos (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018) e os efeitos de perturbações antrópicas (SCHRATZBERGER; SOMERFIELD, 2020). Pode-se mencionar entre tais abordagens, técnicas de identificação com base molecular (FONTANETO et al, 2015; SCHENK et al, 2020); uso de biomarcadores ecológicos (MAJDI; SCHMID-ARAYA, 2020); biomonitoramento (LEASI et al, 2021) e estudos paleontológicos (WORSAAE, et al, 2023).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A praia de Maracaípe fica localizada no município de Ipojuca, ao litoral sul do estado de Pernambuco (Figura 1). É uma das praias mais populares da região para o turismo e prática de esportes aquáticos (OLIVEIRA BISPO et al., 2017). Sua orla, em forma de enseada, apresenta cerca de 4 km de extensão. É delimitada ao norte pela praia de Porto de Galinhas, e ao sul, pela praia de Enseadinha, região esta que é protegida por recifes de arenito e se localiza a foz do rio Maracaípe, que está incluído em uma Unidade de Conservação classificada como APA (Área de Proteção Ambiental), de acordo com a Lei N° 9.931/86. Ainda é válido ressaltar que a praia foi uma das mais impactadas pelo derramamento de óleo que acometeu o litoral do nordeste brasileiro em setembro de 2019 (IBAMA, 2019).

Figura 1: Localização da área de estudo com respectivos transectos delimitados.



Fonte: Autoria própria (2022).

A determinação dos pontos de coleta foi baseada no trabalho de Macêdo (2011), em que é realizada a setorização da orla de Maracaípe de acordo com aspectos naturais e antrópicos da praia. Para este estudo, foram selecionados três setores distintos ao longo da extensão da orla:

1) O primeiro setor, denominado “Trecho Intermediário Norte” ($8^{\circ}31'16''$ S $35^{\circ}0'24''$ O), compreende uma região em que a praia é do tipo intermediária, com arrebentação das ondas do tipo mergulhante e um baixo grau de ocupação da orla, com um tráfego moderado de veículos, apresentando uma vasta vegetação de restinga no supralitoral (Figura 02). Nessa área, o mar não é recomendado para banho devido a ocorrência de correntes de retorno, sendo mais procurado para prática de esportes aquáticos.

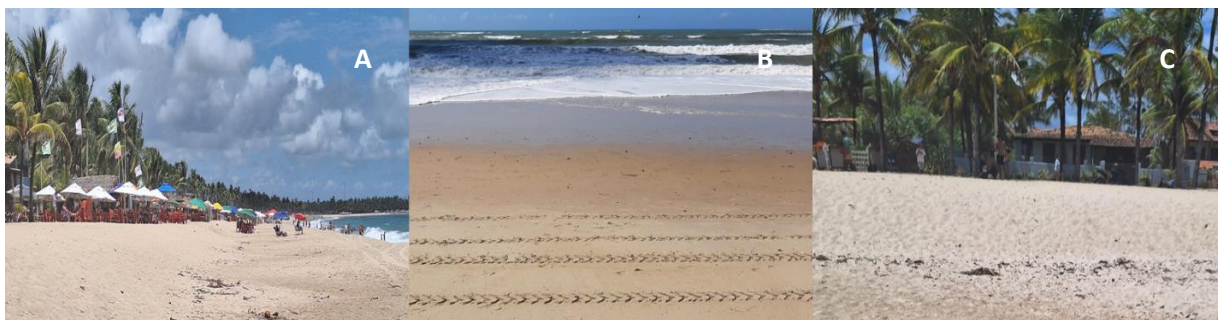
Figura 2: Imagens do primeiro transecto de coleta na praia de Maracaípe – PE (A e C- Supralitoral; B- Mediolitoral).



Fonte: Autoria própria (2021).

2) O segundo setor é denominado “Trecho Intermediário Sul” ($8^{\circ}31'39''$ S $35^{\circ}0'26''$ O), apresentando um estado praial intermediário a reflectivo, com ondas mergulhantes e presença de correntes de retorno. Esta área tem uma alta ocupação humana e intenso tráfego de veículos, principalmente na estrada de acesso, além de uma grande quantidade de estabelecimentos comerciais e casas de veraneio já na pós-praia, com ausência da restinga (Figura 03). Ainda de acordo com Macêdo (2011), este foi o setor que mais apresentou problemas erosivos.

Figura 3: Imagens do segundo transecto de coleta na praia de Maracaípe – PE (A e C- Supralitoral; B- Mediolitoral).



Fonte: Autoria própria (2021).

3) O terceiro setor é o Pontal de Maracaípe ($8^{\circ}32'23''$ S $35^{\circ}0'12''$ O), localizado ao extremo sul da praia (Figura 04). Essa região é protegida por recifes, apresenta um estado praial do tipo dissipativo com ondas deslizantes. A ocupação e o tráfego nessa área também são elevados,

apresentando maiores atividades turísticas dentre os setores. Um de seus diferenciais é a influência do rio Maracaípe, modificando características físicas e químicas do ambiente. Assim como a interconexão com o ecossistema manguezal, sendo uma área de intensa atividade biológica e berçário natural para diversas espécies (OLIVEIRA BISPO et al., 2017).

Figura 4: Imagens do terceiro transecto de coleta na praia de Maracaípe – PE (A - Supralitoral; B e C- Mediolitoral).

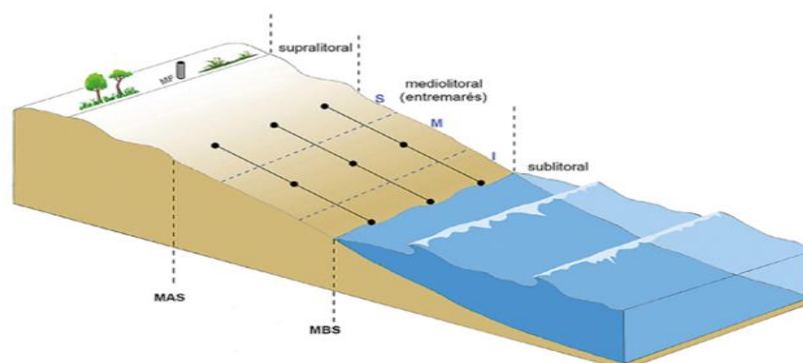


Fonte: Autoria própria (2021).

3.2 ESTRATÉGIA AMOSTRAL

As coletas ocorreram nos meses de outubro de 2021 (período seco) e julho de 2022 (período chuvoso) durante a baixa-mar, seguindo o padrão indicado por Maria et al (2015) para avaliação da meiofauna intermareal (Figura 5). Foram selecionados três transectos perpendiculares à linha da praia, correspondentes respectivamente ao Trecho Intermediário Norte (T1), Trecho Intermediário Sul (T2) e Pontal de Maracaípe (T3). Em cada transecto, foi realizada a coleta nas três zonas do mediolitoral (superior, médio e inferior, de agora em diante mencionadas como MS, MM e MI, respectivamente).

Figura 5: Desenho amostral para coleta da meiofauna bentônica nos níveis superior (S), médio (M) e inferior (I), da região entremarés. MAS: Maré alta de sizígia, MBS: Maré baixa de sizígia, MF: Marco fixo. Esquema: Tatiana M. Steiner.

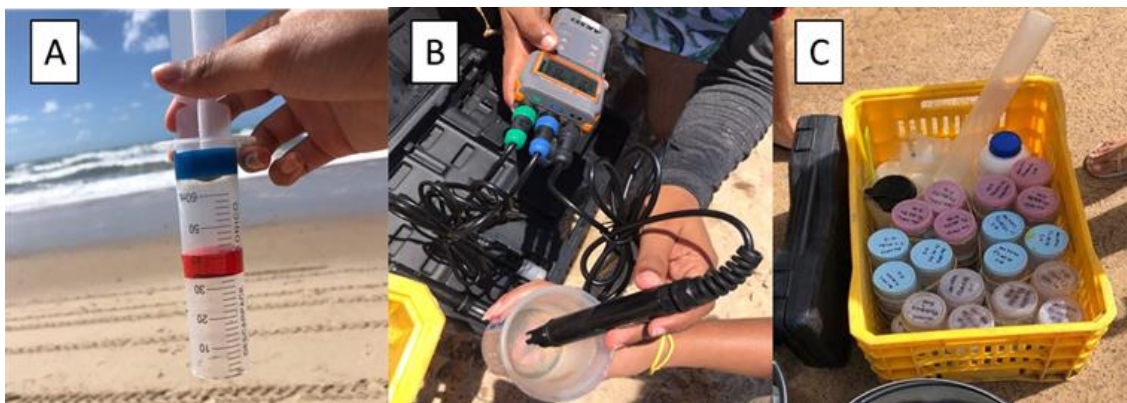


Fonte: Maria et al (2015).

O amostrador utilizado foi uma seringa plástica com volume de 60ml e área de 8,5 cm², com o objetivo de realizar uma coleta estratificada para avaliar a distribuição vertical da comunidade (Figura 6a). Em cada zona, a seringa foi inserida no sedimento, permitindo a divisão deste em dois estratos: 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade. Para cada estrato, foram coletadas três réplicas do sedimento, tanto para análise da meiofauna quanto para análise dos fatores granulométricos, sendo todas armazenadas em potes plásticos (Figura 6c). As amostras biológicas foram fixadas in situ com uma solução de formol salino a 4% para se manterem preservadas até seu processamento.

Na área de cada transecto foram coletados os valores de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e condutividade da água do mar, utilizando uma sonda multiparâmetros (Figura 6b). Dados de precipitação acumulada de ambos os meses foram obtidos no site da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC).

Figura 6: Materiais utilizados durante coleta em campo: A- Seringa utilizada como amostrador para coleta estratificada, B- Sonda multiparâmetros, C- Potes para armazenamento das amostras biossedimentológicas



Fonte: Arquivos pessoais.

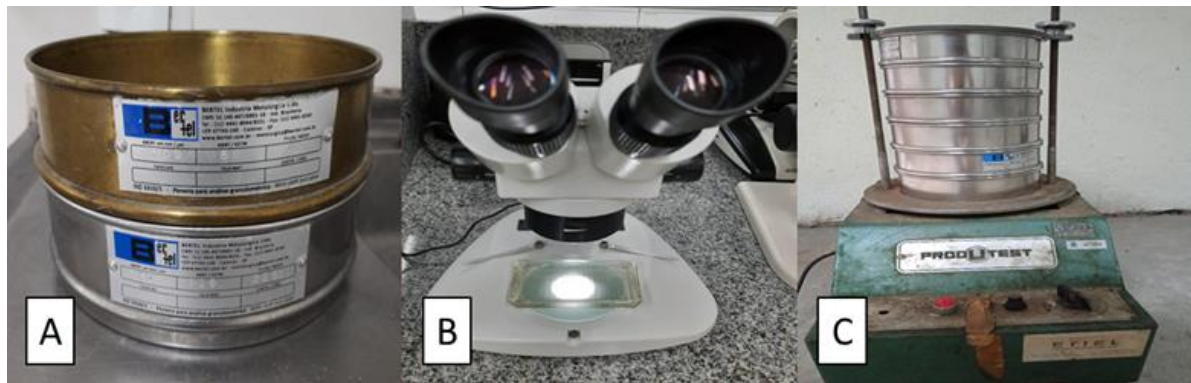
4.3 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

Em laboratório, as amostras biológicas foram lavadas em água corrente filtrada, utilizando-se um jogo de peneiras geológicas sobrepostas entre si, com intervalos de malha de 500 µm e 44 µm (Figura 7a). Posteriormente esse material passou pela técnica de flotação com auxílio de sílica coloidal, de densidade 1,18 g.cm⁻³ (SOMMERFIELD et al. 2005). A triagem da meiofauna foi realizada com auxílio de uma placa de *Dolffus* sob estereomicroscópio óptico (Figura 7b), sendo realizada a identificação em grandes grupos taxonômicos e contagem dos organismos presentes, com base na literatura especializada (SCHMIDT-RHAESA, 2020).

O processamento das amostras granulométricas seguiu o método descrito por Suguio (1973), denominado peneiramento a seco, com o objetivo de caracterizar e classificar o sedimento. Inicialmente, as amostras de sedimento coletadas foram submetidas a uma lavagem com água corrente em papel filtro para remoção de sais. Posteriormente, foram levadas à uma estufa com temperatura média de 50 °C durante 24h.

Após a secagem, pesou-se 50g gramas de cada amostra em balança digital e o material foi levado à um agitador eletromagnético (Figura 7c), utilizando uma sequência de seis peneiras geológicas com intervalos de aberturas de malha de: 2000 µm; 1000 µm; 500 µm; 250 µm; 125 µm e 63 µm. Após permanecer 7 minutos no agitador, a fração retida em cada peneira foi pesada na balança, incluindo a base das peneiras, para obter os valores da fração fina (silte e argila).

Figura 7: Materiais utilizados em laboratório: A- peneiras geológicas sobrepostas (superior- 500 µm e inferior - 44 µm), B- Placa de Dollfus sob estereomicroscópio utilizados para identificação da meiofauna, C- Agitador de peneiras eletromagnético.



Fonte: Arquivos pessoais.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

4.4.1 Descritores biológicos

Para a meiofauna foram calculados os descritores: riqueza (número de táxons); densidade (ind/10 cm²); e abundância relativa, utilizando a seguinte fórmula: $Ar = N \cdot 100 / Na$, sendo: Ar = Abundância relativa, N = Número de organismos de cada táxon na amostra, Na = Número total de organismos na amostra.

Os dados granulométricos foram obtidos pelo software GRADISTAT versão 8.0, calculando-se os parâmetros texturiais através das equações de Folk e Ward (1957).

4.4.2 Análises Multivariadas

Análises multivariadas foram realizadas para observar diferenças significativas na estrutura da comunidade da meiofauna. A priori, os dados foram transformados com raiz quadrada e convertidos em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. As matrizes foram utilizadas em uma PERMANOVA quadrifatorial com os fatores: meses, transecto, zonação e estrato. Os resultados significativos do PERMANOVA foram então representados usando o escalonamento multidimensional não métrico (nMDS). A contribuição de cada grupo da meiofauna para as dissimilaridades entre as amostras foi avaliada utilizando a porcentagem de similaridade (SIMPER).

Previamente os dados granulométricos foram transformados pela função de log (x+1), utilizando-se a distância euclidiana como a matriz de similaridade. Para verificar a influência da granulometria na estrutura da meiofauna, foi gerado um DisTLM (Distância Baseada em modelo linear). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico PRIMER (versão 7.0).

5 RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

No mês de outubro, o acumulado de precipitação sete dias antes a coleta foi de 22.1 mm, já em julho, foi de 50.1 mm. As temperaturas variaram entre 26.8°C (julho) e 30.6°C (outubro). O pH diminuiu do T1 para o T3 em ambos os meses. A porcentagem de oxigênio dissolvido foi maior no mês chuvoso. A salinidade e a condutividade permaneceram relativamente constantes. (Tabela 1).

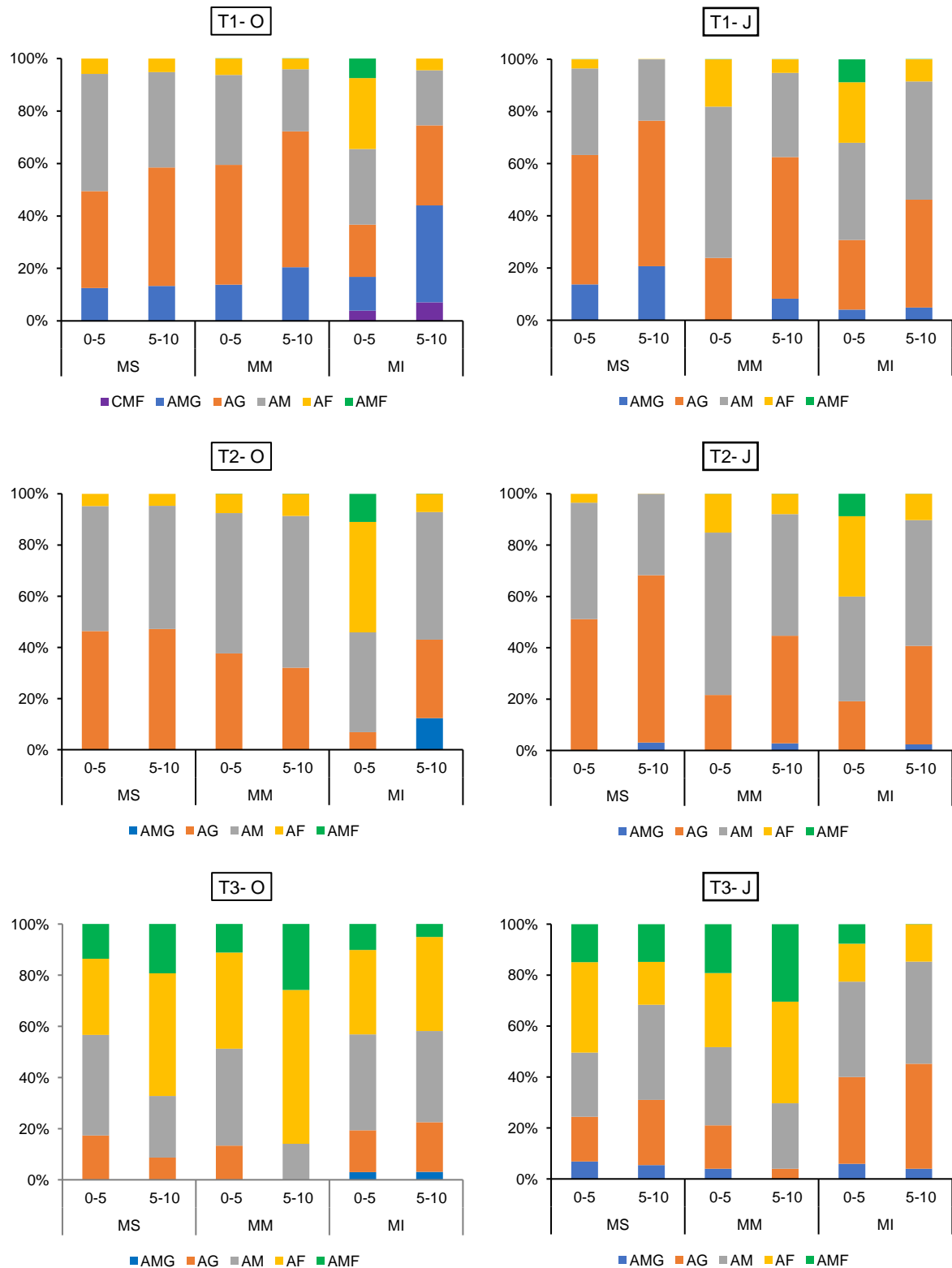
Tabela 1: Resultado das variáveis abióticas na praia de Maracaípe – PE.

		Temperatura (°C)	pH	Oxigênio Dissolvido (%)	Salinidade	Condutividade (ms)
Outubro	T1	30.6	7.8	67.4	36.9	54
	T2	30.6	7.4	62.8	37	54
	T3	30	6.7	61.6	36	31.2
Julho	T1	26.8	8.1	80.9	33.4	53.4
	T2	27.6	7.2	83.1	36.4	53.4
	T3	27.9	7.4	82.8	36	53

A composição do sedimento foi de 98% de areia e 2% de cascalho. Variando de areia muito fina a cascalho muito fino, classificado, majoritariamente como “moderadamente selecionado”. O tamanho médio do grão variou de 126,5 µm (T3/MM/5-10/Julho) a 637,7 µm (T1/MI/5-10/Julho), tendo como classificação mais ocorrente a areia média. Não houve

diferença marcante entre os períodos analisado. O T1 apresentou predominância de areia grossa, enquanto que no T2 houve predominância de areia média, seguido por areia grossa. No T3, as porcentagens de areia fina e muito fina foram mais evidentes que nos demais transectos (Figura 5).

Figura 8: Composição granulométrica na praia de Maracaípe – PE (CMF: cascalho muito fino, AMG: areia muito grossa, AG: areia grossa, AM: areia média, AF: areia fina, AMF: areia muito fina; O- Outubro, J- Julho).

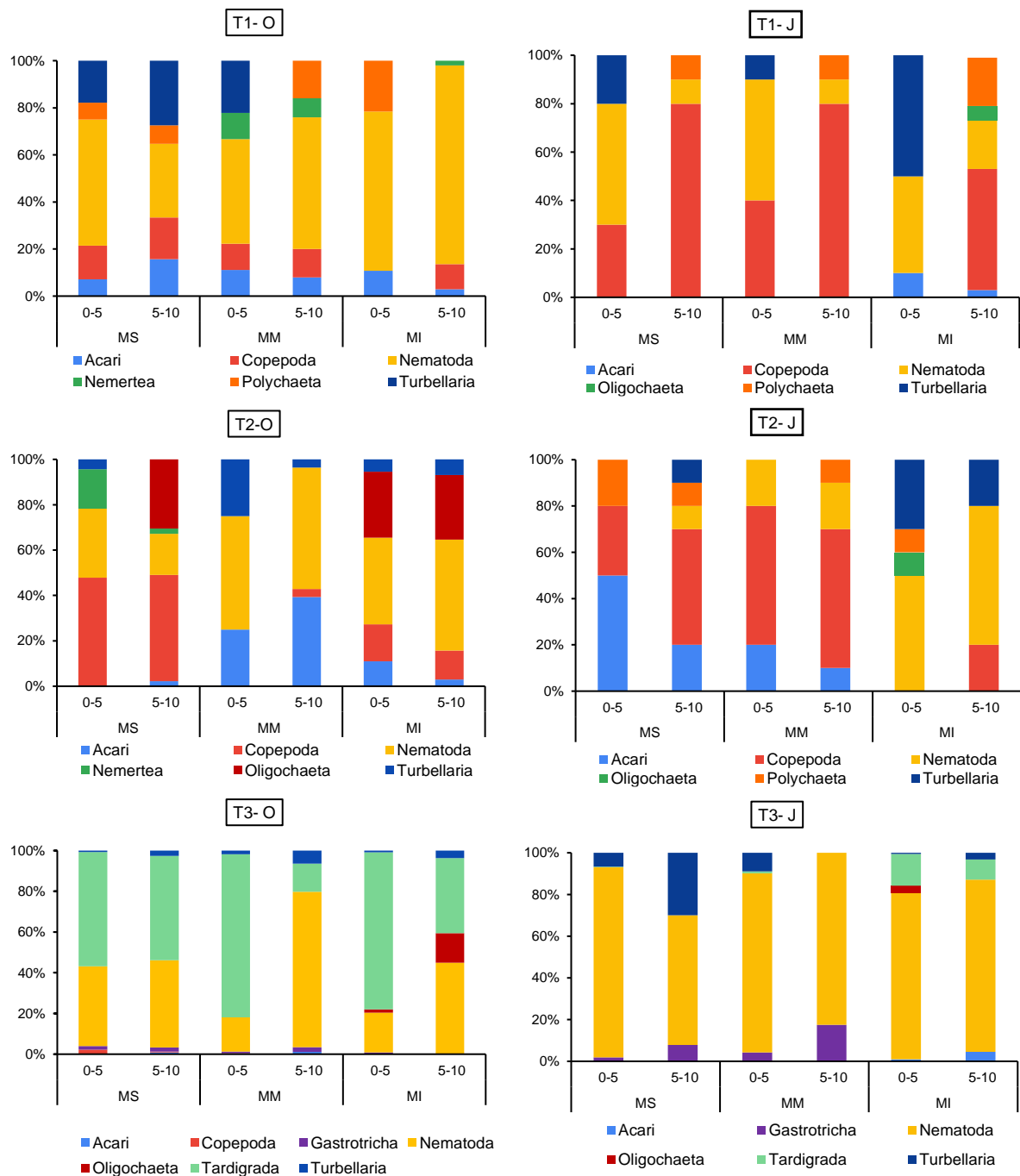


5.2 MEIOFAUNA

5.2.1 Composição taxonômica

A comunidade da meiofauna esteve composta por 9 taxa (Acari, Copepoda, Gastrotricha, Nematoda, Nemertea, Oligochaeta, Polychaeta, Tardigrada, Turbellaria) apresentando variações espaciais e temporais (Figura 6).

Figura 9: Abundância relativa da meiofauna na praia de Maracaípe – PE (O- Outubro, J- julho).



A diversidade taxonômica permaneceu similar entre os meses, transectos, zonações e estratos, com algumas exceções. Nemertea foi identificado apenas no mês de outubro no T1 e T2. Gastrotricha foi encontrado exclusivamente no T3, enquanto Polychaeta no T1 e T2, em ambos os meses. Os grupos mais abundantes foram Nematoda, Copepoda e Tardigrada.

No mês de outubro, nos dois primeiros transectos da praia, Nematoda foi o mais dominante (T1-60%; T2-40%) sendo o único que esteve presente em todas as zonações e estratos. O segundo grupo mais abundante foi Copepoda (T1- 10%; T2- 30%), com maior concentração no estrato de 5-10 cm do MI e MS. Já no terceiro transecto (T3), Tardigrada foi o mais dominante (68%), principalmente na camada mais superficial, enquanto os nematóides representaram 27%, com maior abundância na camada mais profunda. Os copépodes foram raros neste transecto, com presença apenas na região do MS.

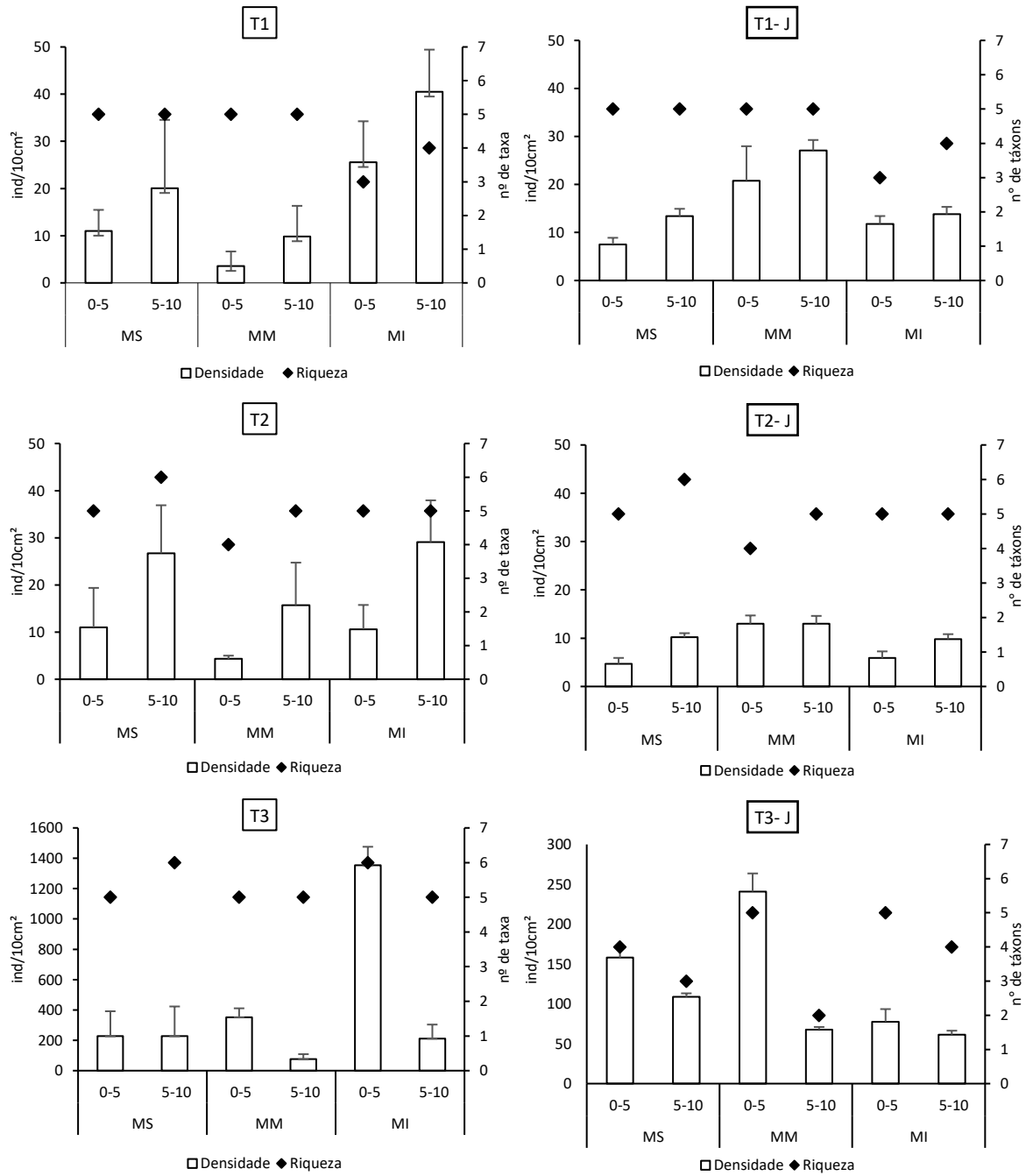
As diferenças constatadas na comunidade do mês julho, mostram uma dominância de Copepoda no T1 (50%) e T2 (40%). Já no T3, houve ausência desse grupo e uma baixa abundância de Tardigrada, com Nematoda representando 76% da comunidade.

5.2.3 Estrutura da comunidade

No mês de outubro, observou-se uma variação na densidade de organismos nos diferentes transectos, com o terceiro transecto apresentando a maior densidade média (2.440,4 ind/10cm²) e riqueza de sete taxa. Em contraste, o segundo transecto exibiu a menor densidade (97,5 ind/10cm²), com riqueza de sete taxa. O primeiro transecto também apresentou uma baixa densidade, com 110,5 ind/10cm² e seis taxa. Entre as zonas do mediolitoral, observa-se maiores densidades no MS e MI. Considerando os estratos, no T1 e T2 a maior densidade de organismos foi registrada na camada de 5-10 cm, enquanto que no T3, a densidade foi mais alta na camada de 0-5 cm. Esse padrão se repetiu entre as diferentes zonações.

No mês de julho foi registrada uma menor densidade de organismos comparado a outubro (T1- 94,4 ind/10cm²; T2- 56,6 ind/10cm²; T3- 714,4 ind/10cm²), apresentando uma riqueza de seis taxa em todos os transectos. A região do MM apresentou as maiores densidades. O padrão de estratificação foi o mesmo do mês de outubro. Os dados de densidade da comunidade estão detalhados nos Anexos A e B.

Figura 10: Densidade média e riqueza da meiofauna na praia de Maracápe – PE (O- Outubro, J-Julho).



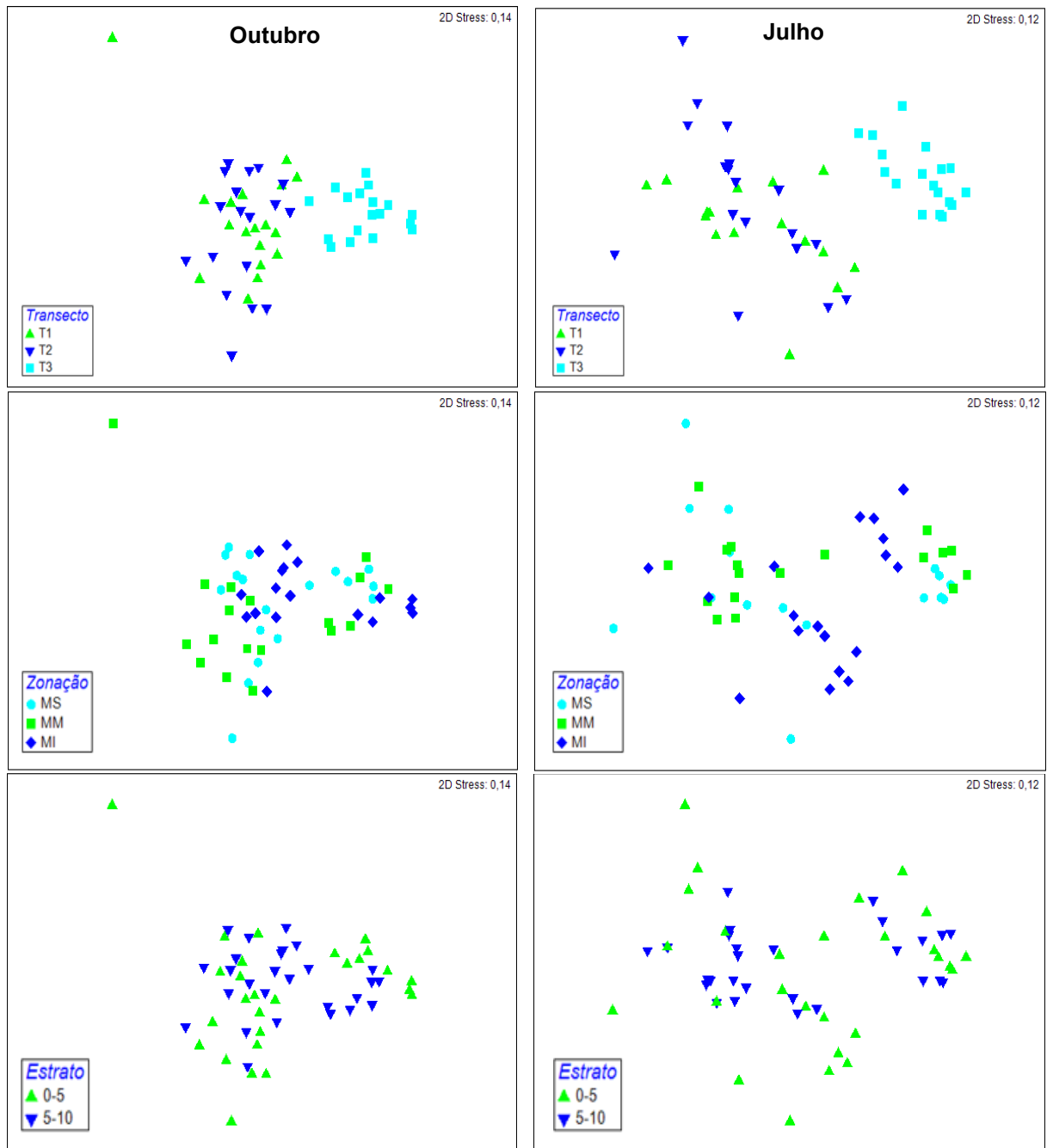
O resultado da PERMANOVA confirmou diferenças significativas na estrutura da comunidade da meiofauna entre meses, transectos, zonações, estratos e nas interações entre os mesmos (Tabela 2), aceitando, portanto, as duas primeiras hipóteses do estudo.

Tabela 2: Resultados da PERMANOVA para a comunidade de meiofauna da praia de Maracaípe– PE. GL= grau de liberdade; MS= média dos quadrados, p= probabilidade ($p < 0,05$ = diferença significativa, * sinaliza diferença não significativa).

Fatores	GL	p
Tempo (Te)	1	0,0083
Transecto (Tr)	2	0,0001
Zonação (Zo)	2	0,0047
Estrato (Es)	1	0,0199
TexTr	2	0,0001
TexZo	2	0,0062
TexEs	1	0,028
TrxZo	4	0,0004
TrxEs	2	0,0052
ZoxEs	2	0,0358
TexTrxZo	4	0,0001
TexTrxEs	2	0,0253
TexZoxEs	2	0,0379
TrxZoxEs	4	*0,3213
TexTrxZoxEs	4	0,0264

As diferenças podem ser visualizadas nas figuras de ordenação não-métrica multidimensional (nMDS) (Figura 08). Além da separação na estrutura da meiofauna entre os meses e zonações, também se observa essa separação mais evidente entre os transectos e estratos. O T3 apresenta-se mais separado que os demais, assim como seus estratos mais distintos. Já entre o T1 e T2, há uma maior mistura entre as amostras, ou seja, as comunidades desses transectos são mais semelhantes.

Figura 11: Análise de ordenação não-métrica multidimensional (nMDS) da comunidade da meiofauna durante os meses, nos transectos, zonações e estratos da praia de Maracápe – PE.



A análise SIMPER para meses mostrou uma dissimilaridade de 66,23% da comunidade. Nematoda (29,02%), Tardigrada (16,93%) e Copepoda (14,15%) foram os grupos que mais contribuíram na dissimilaridade. Para os transectos, a maior dissimilaridade foi entre T2 e T3 (80,25%), e os grupos que mais contribuíram foram Nematoda (34,53%), Tardigrada (24,05%) e Turbellaria (9,14%). Entre as estações, o MM e MI foram os mais diferentes (65,96%). Nematoda (29,23%), Tardigrada (17,04%) e Copepoda (13,06%) foram os principais grupos responsáveis. Entre os estratos, a dissimilaridade foi de 65,69%. Nematoda (29,29%), Tardigrada (16,05%) e Copepoda (14,83%) também foram os principais contribuintes na dissimilaridade.

A rotina DistLM mostrou que os fatores granulométricos explicam 21% de toda a estrutura da comunidade da meiofauna, confirmando a terceira hipótese do estudo. O tamanho médio do grão foi responsável por 14% da variação ($p < 0,01$).

6 DISCUSSÃO

De acordo com os dados granulométricos, é perceptível que o sedimento vai ficando mais fino do T1 ao T3 (em direção ao sul da praia), o qual é caracterizado pela presença de recifes de arenito, de um estuário e de um estágio praiial dissipativo, modificando o processo de sedimentação e as características dos grãos (MACÊDO, 2011). Os fatores físicos do sedimento, como o tamanho médio do grão e grau de seleção, são uns dos fatores mais determinantes na seleção do habitat intersticial pelos organismos da meiofauna (MEADOWS; CAMPBELL, 1972; KORBEL et al., 2019). No entanto, de acordo com os testes estatísticos, embora significativa, foi constatada uma baixa influência da granulometria na composição da comunidade. Isso sugere que outros fatores também podem estar desempenhando um papel na distribuição dos organismos, relacionados com a biogeoquímica dos sedimentos (VANAVERBEKE et al, 2011; FONSECA et al, 2014).

Quanto à variação temporal, foi detectada uma menor densidade da comunidade no mês de julho, coincidindo com o registro de maior pluviosidade. Conforme descrito na literatura, o aumento na precipitação e consequentes queda na temperatura, redução dos níveis de salinidade e aumento da hidrodinâmica, característicos do período chuvoso, podem impactar negativamente os organismos da meiofauna (SILVA et al, 1997). Essa observação está alinhada com outros estudos realizados em praias arenosas tropicais, que também reportam o mesmo padrão encontrado (MELO, 2016; GOMES; ROSA-FILHO 2009; VENEKEY ET AL, 2014).

Ao analisar a distribuição horizontal, conforme ilustrado na figura 11 da análise nMDS, não houve grandes diferenças entre o primeiro e o segundo transecto da praia, mesmo o primeiro sendo uma área mais preservada e o segundo, mais afetado por atividades humanas. O T2 ainda apresentou as menores densidades da comunidade. Durante o período seco, as maiores densidades foram ocasionadas pelos Nematoda. A meiofauna marinha geralmente é dominada pelos nematóides, sendo eles grandes representantes na abundância da comunidade (LAGE; COUTINHO, 2012). O filo Nematoda constitui um dos grupos mais diversificados de metazoários, sendo diferenciados por suas peculiaridades externas na estrutura superficial da cutícula e pelo formato das extremidades dos seus corpos, apresentando uma plasticidade para se adaptarem a uma ampla gama de condições e habitats (DECRAEMER et al, 2013; GIERE, 2009).

Em contrapartida, no mês chuvoso, ocorreu uma dominância de Copepoda no T1 e T2. É importante destacar que os copépodes são mais sensíveis a baixas concentrações de oxigênio comparado aos nematóides (DE TROCH et al, 2013). Registramos uma maior porcentagem de oxigênio dissolvido no mês de julho, o que pode ter favorecido os copépodes. Também pode-se considerar outros fatores, como o ciclo de vida dos organismos, dado que as amostras foram coletadas em estações distintas (LAGE; COUTINHO, 2012), bem como o tipo de sedimento. Conforme apontado por Azovsky et al. (2022), os copépodes têm uma preferência por areia média ou grossa, que foram características destes transectos estudados.

O T3 (Pontal de Maracaípe) foi a região da praia que mais se diferenciou das demais, e mesmo sendo uma área de intenso uso antrópico, assim como o T2, apresentou os melhores índices. No entanto, algumas características naturais do ambiente podem estar favorecendo o estabelecimento e sucesso da comunidade, como o estado praiado dissipativo, com baixo estresse hidrodinâmico, o maior aporte de matéria orgânica, devido à influência do estuário próximo e uma granulometria mais fina. Sedimentos mais finos tendem a comportar uma abundância maior de organismos (GIERE, 2009), principalmente para os nematóides, devido à influência direta da relação tamanho/forma do corpo com o ambiente intersticial (ROGGEN, 1970; MELO, 2016).

O padrão de distribuição desse grupo é principalmente influenciado pela granulometria, alimento e oxigênio dissolvido (SILVA FILHO, 2022). A porcentagem de OD foi maior no mês de julho, o que pode ter favorecido essa maior abundância dos nematóides. Entretanto, no período seco, o filo Tardigrada foi o mais dominante no T3. Mudanças de curto prazo, às vezes abruptas, na abundância de tardígrados podem estar associadas à reprodução oportunística durante condições climáticas favoráveis (NELSON et al, 2018). Pesquisas realizadas no litoral

de Pernambuco também registraram uma alta abundância do grupo (CASTRO ET AL., 1999; DA ROCHA ET AL., 2000). Ambos os trabalhos atribuíram o regime hidrodinâmico e a dinâmica sedimentar como influenciadores nesse “bloom” de tardígrados.

Os copépodes foram ausentes no terceiro transecto. Esse grupo geralmente apresenta uma abundância maior em sedimentos grosseiros e com pouca quantidade de silte (AZOVSKY et al, 2022; SANTOS; VENEKEY, 2017), condições que não correspondem às características do T3. O mesmo padrão é válido para Polychaeta. A ausência do grupo no T3 pode estar relacionada à granulometria, uma vez que sua ocorrência em praias é mais abundante em areias médias e grossas (VILLORA-MORENO, 1997). A presença de Gastrotricha exclusivamente no T3 também pode estar associada às condições desse transecto, que por se encontrar na saída de um estuário, provavelmente apresenta um maior nível de matéria orgânica em comparação aos demais, uma vez que esses indivíduos ocupam um baixo nível na cadeia alimentar, alimentando-se de bactérias, microalgas ou detritos (KIENEKE; SCHMIDT-RHAESA, 2015; GIERE, 2009).

Entre as zonações do período chuvoso, a maior densidade de organismos ocorreu na região do MM, corroborando com outros estudos sobre a meiofauna do mediolitoral (BAIA; VENEKEY, 2019; HUA et al, 2016; DALMAN et al, 2023). A região média da zona entremarés tende a apresentar uma maior abundância da meiofauna (GIERE, 2009). De acordo com McLachlan (1983), diferente de ambos os extremos das zonações, essa faixa intermediária é mais apropriada à vida intersticial devido à um balanço ideal entre o aporte de água, oxigenação, disponibilidade de alimento e equilíbrio físico.

Já no período seco, as maiores densidades foram registradas no MI e MS. Nesse período, a dessecação do sedimento será mais acentuada devido ao aumento de temperatura (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). Dessa forma, a região do MI se torna mais favorável para os organismos. No entanto, o mesmo não é válido para o MS, que entre todas as zonas, apresentaria menor teor de água intersticial (EL-SEREHY et al, 2015). Mas também, essa é uma área que vai apresentar uma maior oxigenação, o que pode ter favorecido os organismos ali presentes (MCLACHLAN, 1983). Assim, enfatizamos a importância de um monitoramento a longo prazo para uma melhor identificação de padrões temporais.

Em relação a distribuição vertical, entre os estratos, observou-se que nos dois primeiros transectos da praia, que apresentam condições hidrodinâmicas de maior energia, as camadas de 5-10 cm apresentaram maior densidade da comunidade. Isso pode ocorrer principalmente devido ao maior estresse hidrodinâmico que atinge as camadas mais superficiais, levando os organismos a se deslocarem para as camadas mais profundas, onde o sedimento é mais estável,

e também, há um maior acúmulo de matéria orgânica, servindo como fonte de alimento (MARIA et al, 2018; MARTINS et al., 2015).

No entanto, esse padrão não se repetiu no terceiro transecto, caracterizado por baixa turbulência hidrodinâmica, onde as maiores densidades de organismos foram encontradas nas camadas de 0-5 cm. Em ambientes onde os grãos sedimentares são menores, como é o caso desse transecto, a meiofauna tende a ficar restrita aos primeiros centímetros superficiais, devido à oclusão no espaço intersticial e a redução da quantidade de oxigênio disponível nas camadas mais profundas (FLEEGER, 1987; GIERE, 2009). O padrão de estratificação de cada transecto se manteve similar ao longo das diferentes zonações e meses de coleta, corroborando com os resultados de Pereira (2008), também na praia de Maracaípe, para a nematofauna. Dessa forma, fica em evidência a caracterização morfodinâmica da praia como influenciadora na distribuição vertical dos organismos (RODRÍGUEZ et al, 2003).

De forma geral, Nematoda, Copepoda e Tardigrada foram os mais abundantes, sendo também os principais responsáveis pelas diferenças encontradas. A maior abundância desses grupos é frequentemente relatada em estudos de praias arenosas, (OLIVEIRA, 2020; MELO, 2016; ALBUQUERQUE, 2007; SILVA, 2006), especialmente no nordeste brasileiro, como evidenciado no trabalho de revisão de Maria et al. (2016). Comparado a um estudo conduzido na mesma praia por Silva (2006), observamos uma diminuição na riqueza taxonômica, com uma diferença de três grupos a menos, sendo eles: Ostracoda, Rotífera e Ascidacea. Apesar dessa redução, a diversidade taxonômica permaneceu semelhante.

Embora tenha sido possível relatar como a comunidade é afetada a nível de grandes grupos, destaca-se a importância de estudos a níveis mais específicos, visto que dentro desses taxa, vão ocorrer espécies pertencentes a níveis tróficos distintos, com hábitos de vida e tolerâncias diferentes (HERMAN; HEIP, 1988; ZEPELLI et al, 2015). Essa abordagem se torna crucial diante do atual cenário de aumento na frequência e intensidade de alterações ambientais de origem antrópica, de modo que as mudanças na dominância de espécies e nas interações intra e interespecíficas tornam-se mais perceptíveis. Um dos efeitos, é a substituição no habitat de espécies especialistas por espécies generalistas e oportunistas, resultando na homogeneização biótica e funcional (SCHRATZBERGER; SOMERFIELD, 2020).

7 CONCLUSÃO

A estrutura da comunidade meiofaunística na praia de Maracaípe – PE apresenta variações espaciais e temporais significativas. Além de apresentar menores densidades no mês chuvoso, houve variações na distribuição dos organismos ao longo da praia. A região que apresentou maior riqueza e densidade da meiofauna, embora caracterizada por um intenso uso antrópico, também apresenta características naturais únicas e favoráveis para o sucesso da comunidade.

A variação ao longo da zona entremarés apresentou diferença entre as estações seca e chuvosa. O padrão de estratificação foi o mesmo entre zonações e meses, mas diferiu entre os transectos da praia. As diferenças nas condições ambientais ao longo da praia, como no hidrodinamismo e na granulometria apresentaram influência na distribuição vertical e horizontal dos organismos.

Os resultados evidenciam a complexidade da dinâmica da meiofauna em ambientes de praias arenosas, enfatizando a necessidade de uma abordagem holística para uma melhor compreensão da ecologia desses organismos e da identificação de potenciais impactos ambientais na região. O que se torna crucial para orientar a implementação de medidas de conservação e planos de gestão apropriados, especialmente em ambientes de elevada complexidade ecológica, como é o caso da praia de Maracaípe.

8 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Elaine F. et al. Spatial and temporal changes in interstitial meiofauna on a sandy ocean beach of South America. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, p. 121-131, 2007.
- AMARAL, Antonia Cecília Zacagnini *et al.* Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 5-16, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160933064sp2>
- AMARAL, Antonia Cecília Zacagnini *et al.* Diagnóstico sobre praias arenosas. In: Workshop Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. **Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal–MMA**, 1999.
- AMARAL, Antonia Cecília Zacagnini; RIZZO, A. E.; ARRUDA, E. P. Comunidades bentônicas de ambientes entremarés de praias arenosas. In: AMARAL, A. C. Z; NALLIN, S. A. H. **Biodiversidade E Ecossistemas Bentônicos Marinhos Do Litoral Norte De São Paulo, Sudeste Do Brasil**. p. 372- 389. Campinas- SP: UNICAMP/IB, 2011.
- ARTIOLA, Janick F.; PEPPER, Ian L.; BRUSSEAU, Mark L. Environmental monitoring and characterization. Elsevier Academic Press, 2004. ISBN 0120644770.
- AZOVSKY, Andrey I.; CHERTOPRUD, Elena S.; GARLITSKA, Lesya A. Environmental stability and long-term variability of harpacticoid copepod assemblages. **Marine Biology**, v. 169, n. 5, p. 67, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1213096/v1>
- BAIA, Erivaldo; VENEKEY, Virag. Distribution patterns of meiofauna on a tropical macrotidal sandy beach, with special focus on nematodes (Caixa d'Água, Amazon Coast, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 67, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592019023006701>
- BIRD, Eric CF. **Coastal geomorphology: an introduction**. John Wiley & Sons, 2008.
- BOADEN, Patrick. J. S.; SEED, Raymond. The Coastal Environment. In: **An introduction to Coastal Ecology**. Tertiary Level Biology. Springer, Boston, MA. 1985 https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8539-8_1

BORJA, Ángel *et al.* Good Environmental Status of marine ecosystems: what is it and how do we know when we have attained it? **Mar. Pollut. Bull.** v. 76, n.1-2 p. 16-27, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.042>

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. The physical environment. In BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. 2ª ed. Amsterdam: Academic Press, p. 5-39, 2006.

BRUCE, J.Ronald. Physical Factors on the Sandy Beach. Part 1. Tidal, Climatic and Edaphic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.15, n. 2 p. 535-552. 1928. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S002531540000953X>

CALLIARI, Lauro Júlio *et al.* Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 50, p. 63-78, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-77392003000100007>

CASTRO, F. J. V. *et al.* Efeito da sedimentação sobre a distribuição de *Battilipes pennaki* Marcus,(1946) em zona tropical típica: Restinga do Paiva, Pernambuco, Brasil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. Pernamb**, v. 27, n. 2, p. 89-102, 1999.

CHANDEL, Palak *et al.* A review on plankton as a bioindicator: A promising tool for monitoring water quality. **World Water Policy**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wwp2.12137>

COLOMBINI, I.; Chelazzi, L.; Gibson, R. N; Atkinson, R. J. A. Influence of marine allochthonous input on sandy beach communities. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 1ª ed. 2003. ISBN 9780429217715.

CORRÊA, Gustavo V. V *et al.* Diversity and composition of macro-and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. **Marine Biodiversity**, v. 44, p. 391-401, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12526-013-0189-9>

COSTA, Leonardo L.; SOARES-GOMES, Abílio; ZALMON, Ilana R. Sandy beach heterogeneity: intertidal and supralittoral communities. In: **Sandy Beaches as Endangered Ecosystems**. Florida: CRC Press, 2022. ISBN 9780429624957.

COULL, Bruce C. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, n. 4, p. 327-343, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.00979.x>

COULL, Bruce C.; GIÉRE, Olav. The history of meiofaunal research, In: Introduction to the study of Meiofauna. **Smithsonian Institution Press, Washington**, p.14-17, 1988.

COULL, Bruce C.; PALMER, Margaret A. Field experimentation in meiofaunal ecology. **Hydrobiologia**, v. 118, p. 1-19, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00031783>

COUTINHO, Ricardo.; ZALMON, Ilana Rosental. **Bentos de costões rochosos**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Biologia marinha, 2009. ISBN 9788571932135.

CRISP, D.J.; WILLIAMS, R. Direct measurement of pore-size distribution on artificial and natural deposits and prediction of pore space accessible to interstitial organisms. **Marine Biology**, v. 10. p. 214-22, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00352810>

DA ROCHA, Clélia Márcia Cavalcanti. **Efeito do substrato fital na comunidade meiofaunística associada, com ênfase aos Nematódeos livres**. 2003. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

DA ROCHA, Clélia Márcia Cavalcanti; FONSÊCA-GENEVOIS, Verônica; VICTORCASTRO, F. J. Distribuição espaço-temporal de Batillipes pennaki Marcus, 1946 (Tardigrada, Heterotardigrada) na margem sul da ilha de Itamaracá (Pernambuco—Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 28, p. 35-46, 2000.

DALMAN, Nancy et al. Meiofauna Distribution Patterns on a Sandy Beach of Sapelo Island, Georgia. **Georgia Journal of Science**, v. 81, n. 2, p. 4, 2023.

DANOVARO, R. Detritus-bacteria-meiofauna interactions in a seagrass bed (*Posidonia oceanica*) of the NW Mediterranean. **Marine Biology**, 127, 1-13. 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00993638>

DANOVARO, Roberto *et al.* Exponential decline of deep-sea ecosystem functioning linked to benthic biodiversity loss. **Current Biology**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.11.056>

DANOVARO, Roberto *et al.* Trophic importance of subtidal metazoan meiofauna: evidence from in situ exclusion experiments on soft and rocky substrates. **Marine Biology**, v. 152, p. 339-350, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0696-y>

DE GROOT, Rudolf. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. **Landscape and urban planning**, v. 75, n. 3-4, p. 175-186, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.016>

DE TROCH, Marleen *et al.* Structural and functional responses of harpacticoid copepods to anoxia in the Northern Adriatic: an experimental approach. **Biogeosciences**, v. 10, n. 6, p. 4259-4272, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/bg-10-4259-2013>

DECRAEMER, Wilfrida; COOMANS, August; BALDWIN, James. Morphology of nematoda. Nematoda, In: SCHMIDT-RHAESA, A. **Handbook of zoology, Nematoda**. Berlin: Boston De Gruyter, 1–592^a ed. 2013. ISBN 9783110274257.

DEFEO, Omar *et al.* Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 81, n. 1, p. 1-12, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>

DIAS, Renata Balsamo. **Projeto de Monitoramento de Praias (PMP): potencialidades e limites para a conservação costeira e marinha**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

DODDS, Walter K.; WHILES, Matt R. **Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology**. 2^a ed. Academic Press, 2010. ISBN 978-0123747242.

DUTRA, Felipe de Souza. **Composição e Distribuição do Meiobentos de Praias Arenosas Subtropicais do Atlântico Sul Ocidental Durante a Estação de Verão: Uma Comparação entre o Litoral Norte e o Litoral Médio do Rio Grande do Sul, Brasil**. 45 f. Monografia (Bacharelado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, ênfase em Biologia Marinha e Costeira, Imbé/Cidreira – RS, 2011.

EL-SEREHY, Hamed A.; AL-MISNED, Fahad A.; AL-RASHEID, Khaled A. Population fluctuation and vertical distribution of meiofauna in the Red Sea interstitial environment. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, n. 4, p. 459-465, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.02.018>

FLEEGER, J. W. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. **Stygologia**, v. 3, p. 35-54, 1987.

FOLK, Robert Louis; WARD, William C. Brajos River Bar: A study in the significance of grain size parametrs. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, n. 1, p. 3-27, 1957. Disponível em: <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>

FONSECA, Gustavo *et al.* Testing for nematode–granulometry relationships. **Marine Biodiversity**, v. 44, p. 435-443, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12526-014-0241-4>

FONTANETO, Diego; FLOT, Jean-Francois; TANG, Cuong Q. Guidelines for DNA taxonomy, with a focus on the meiofauna. **Marine Biodiversity**, v. 45, p. 433-451, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0319-7>

GAMBI, C. *et al.* Impact of historical contamination on meiofaunal assemblages: The case study of the Bagnoli-Coroglio Bay (southern Tyrrhenian Sea). **Marine environmental research**, v. 156, p. 104907, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104907>

GARRISON, Tom. **Fundamentos de Oceanografia - Tradução da 7ª edição norte-americana**. Cengage Learning Brasil, 2016. *E-book*. ISBN 9788522124220.

GERHARDT, Ann. Bioindicator species and their use in biomonitoring. **Environmental monitoring**, v. 1, p. 77-123, 2002.

GIERE, Olav. **Meiofauna from selected biotopes and regions. Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments**. 2ª ed. Springer Verlag, 2009. ISBN 978-3540686613.

GIERE, Olav; SCHRATZBERGER, Michaela (Ed.). **New Horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials**. Springer Nature Switzerland, 2023. ISBN 9783031216213.

GINGOLD, Ruth *et al.* The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes. **Marine Biology**, 157(8), 1741-1753, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1447-z>

GOMES, Tatianne P.; ROSA FILHO, José S. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). *Iheringia. Série Zoologia*, v. 99, p. 210-216, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200015>

GÓMEZ-PUJOL, L.; ORFILA, A. Reflective–Dissipative Continuum. In: JACKSON, D.W.T.; SHORT, A.D. (Eds.). **Sandy Beach Morphodynamics**. Elsevier Ltd, 2020. pp. 421-437. DOI: 10.1016/B978-0-08-102927-5/00018-7.

GONÇALVES, Renato Alex. **Análise comparativa de metodologias para extração da meiofauna de água doce**. 41 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2015.

GUIDETTI, Roberto; BERTOLANI, Roberto. Taxonomia tardígrada: uma lista de verificação atualizada dos táxons e uma lista de caracteres para sua identificação. **Zootaxa**, v. 845, n. 1, p. 1-46, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.845.1.1>

GUILHERME, Betânia Cristina et al. Meiofauna associada ao tubo de Diopatra cuprea Bosc 1902 (Polychaeta: Onuphidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 5, 37-52. 2011.

GUILHERME, Betânia Cristina. **Abordagem taxonômica e protéica de nematoda de vida livre**. 2010. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

HARRIS, Linda R.; DEFEO, Omar. Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives. **Ecosystem Services**, v. 57, p. 101477, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101477>

HERMAN, Peter MJ; HEIP, Carlo. On the use of meiofauna in ecological monitoring: who needs taxonomy?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, n. 12, p. 665-668, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(88\)90386-4](https://doi.org/10.1016/0025-326X(88)90386-4)

HOLT, E. A.; MILLER, S. W. Bioindicators: Using organisms to measure. **Nature**, v. 3, p. 8-13, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/>

HUA, Er *et al.* Meiofauna distribution in intertidal sandy beaches along China shoreline (18–40 N). **Journal of Ocean University of China**, v. 15, p. 19-27, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11802-016-2740-3>

HULLINGS, N.C., GRAY, J.S. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and antidal beaches. **Marine biology**, v. 34, n.1, p. 77-83, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00390790>

IBAMA. Localidades afetadas. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo-localidades-atingidas>. Acesso em: 21 de Abril de 2022.

INGELS, Jeroen; ZEPELLI, Daniela; GIERE, Olav. Meiofauna—**Adapted to Life at the Limits. In: New Horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials.** Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 363-400. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21622-0_12

JUDGE, Richard; CHOI, Francis; HELMUTH, Brian. Recent advances in data logging for intertidal ecology. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 213, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00213>

KIENEKE, Alexander; SCHMIDT-RHAESA, Andreas. Gastrotricha. **Handbook of Zoology. Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera**, 3^a ed. De Gruyter, 2015. ISBN 9783110273816.

KORBEL, Kathryn L.; STEPHENSON, Sarah; HOSE, Grant C. Sediment size influences habitat selection and use by groundwater macrofauna and meiofauna. **Aquatic Sciences**, v. 81, n. 2, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00027-019-0636-1>

LAGE, Luciana Monteiro; COUTINHO, Ricardo. Ecologia da Meiofauna Marinha. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 173-195, 2012. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/2177-4560.20120011>

LEASI, Francesca; SEVIGNY, Joseph L.; HASSETT, Brandon T. Meiofauna as a valuable bioindicator of climate change in the polar regions. **Ecological Indicators**, v. 121, p. 107133, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107133>

LINDENMAYER, David B.; LIKENS, Gene E. The science and application of ecological monitoring. **Biological conservation**, v. 143, n. 6, p. 1317-1328, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.013>

LINDENMAYER, David B.; LIKENS, Gene E.; FRANKLIN, Jerry F. Rapid responses to facilitate ecological discoveries from major disturbances. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 10, p. 527-532, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/090184>

MACÊDO, Jota Arruda Renê. **Caracterização morfodinâmica e geoambiental da praia de Maracaípe, Ipojuca-PE**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

MAJDI, Nabil; SCHMID-ARAYA, Jenny M.; TRAUNSPURGER, Walter. Examining the diet of meiofauna: a critical review of methodologies. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 12, p. 2737-2754, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04150-8>

MARIA, Tatiana Fabricio *et al.* Is the vertical distribution of meiofauna similar in two contrasting microhabitats? A case study of a macrotidal sandy beach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, p. 39-51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.08.005>

MARIA, Tatiana Fabricio; WANDENESS, Adriane Pereira; ESTEVES, André Morgado. State of the art of the meiofauna of Brazilian Sandy Beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 17-26, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160946064sp2>

MARTINS, Mariana de Oliveira; ALMEIDA, Tito Cesar Marques de; DOMENICO, Maikon Di. Vertical distribution of meiofauna on reflective sandy beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, p. 469-480, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592015095606304>

McLACHLAN, A. Sandy beach ecology - a review. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds.). **Sandy Beaches as Ecosystem**. The Hague: Junk Publishers, 1983. p. 321–380. DOI: 10.1007/978-94-017-2938-3_25.

MCLACHLAN, Anton *et al.* Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. **Ocean & coastal management**, v. 71, p. 256-268, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.10.005>

MCLACHLAN, Anton; DEFEO, Omar. **The ecology of Sandy shores**. 3ª ed. Academic Press, 2018. ISBN 9780128094679.

MCLACHLAN, Anton; TURNER, Ian. The interstitial environment of sandy beaches. **Marine Ecology**, v. 15, n. 3-4, p. 177-212, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1994.tb00053.x>

MEADOWS, P. S.; CAMPBELL, J. I. Habitat selection by aquatic invertebrates. **Advances in marine biology**, v. 10, p. 271-382, 1972. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60418-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60418-6)

MELO, Tatianne Pereira Gomes de. **Comunidade de meiofauna e associações de nematoda em praias arenosas Amazônicas de macromaré: variações espaciais e sazonais**. 2016. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2016.

MOENS, Tom *et al.* Ecology of free-living marine nematodes. In **Handbook of zoology**. v.2, De Gruyter. 3, p. 109-152, 2013.

NELSON, Diane R.; BARTELS, Paul J.; GUIL, Noemi. Tardigrade ecology. **Water bears: the biology of tardigrades**, p. 163-210, 2018.

O'CONNOR, Brian *et al.* Monitoring global changes in biodiversity and climate essential as ecological crisis intensifies. **Ecological Informatics**, v. 55, p. 101033, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.101033>

OKAMOTO, Noriko *et al.* Microbial communities in sandy beaches from the three domains of life differ by microhabitat and intertidal location. **Molecular Ecology**, v. 31, n. 11, p. 3210-3227, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mec.16453>

OLIVEIRA BISPO, Carlos *et al.* Geodiversidade na praia de Maracaípe: um estudo de caso no litoral sul de Pernambuco. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3256-3268, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2592>

OLIVEIRA, Danielle Cristina da Silva. **Estrutura da comunidade da meiofauna de Praia Formosa em Cabedelo - PB**. 2020. 56 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2020.

PALMER, Margaret A.; MOLLOY, R. Michael. Water flow and the vertical distribution of meiofauna: a flume experiment. **Estuaries**, v. 9, p. 225-228, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1352134>

PEREIRA, Lúcia Lins. **Distribuição Vertical de Nematoda em uma Praia Arenosa Tropical (Maracaípe-Pernambuco, Brasil)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

RODRÍGUEZ, J. Germán; LASTRA, Mariano; LÓPEZ, Jesús. Meiofauna distribution along a gradient of sandy beaches in northern Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 63-69, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(03\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(03)00039-8)

ROGGEN, D. R. Functional aspects of the lower size-limit of nematodes. **Nematologica**, v. 16, n. 4, p. 532-536, 1970.

SANTOS, Edirlan; COUTO, Erminda. Distribuição espacial da macrofauna bêntica da praia da avenida-ilhéus-BA, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1663>

SANTOS, T. M. T.; VENEKEY, V. Meiofauna and free-living nematodes in volcanic sands of a remote South Atlantic, oceanic island (Trindade, Brazil). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 98, n. 8, p. 1919-1934, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0025315417001710>

SARMENTO, Visnu Cunha *et al.* Effects of seawater acidification on a coral reef meiofauna community. **Coral Reefs**, v. 34, p. 955-966, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1299-6>

SCHENK, Janina *et al.* Nematodes as bioindicators of polluted sediments using metabarcoding and microscopic taxonomy. **Environment International**, v. 143, p. 105922, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105922>

SCHLACHER, Thomas A.; THOMPSON, Lucas. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 123-132, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.022>

SCHMIDT-RHAESA, Andreas. **Guide to the identification of marine meiofauna**. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2020. ISBN 9783899372441.

SCHRATZBERGER, M.; DINMORE, T.; JENINGS, S. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. **Marine Biology**, v. 140, p. 83-93, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s002270100688>

SCHRATZBERGER, Michaela.; INGELS, Jeroen. Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, p. 12-25, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.007>

SCHRATZBERGER, Michaela; SOMERFIELD, Paul J. Effects of widespread human disturbances in the marine environment suggest a new agenda for meiofauna research is needed. **Science of the Total Environment**, v. 728, p. 138435, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138435>

SHERMAN, Kevin M.; COULL, Bruce C. The response of meiofauna to sediment disturbance. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 46, n. 1, p. 59-71, 1980. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(80\)90091-X](https://doi.org/10.1016/0022-0981(80)90091-X)

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: **Sandy Beaches as Ecosystems: Based on the Proceedings of the First International Symposium on Sandy Beaches, held in Port Elizabeth**, 19^a ed. South Africa: Springer Netherlands, 1983. ISBN 9789048185214.

SHORT, Andrew D.; KLEIN, Antonio Henrique da F. **Brazilian Beach Systems: review and overview**. 17^a ed. Springer International Publishing, 2016. ISBN 9783319303949.

SILVA FILHO, Leonele Menezes da. **Nematoda de praias arenosas: o que os pesquisadores estão estudando?** 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

SILVA, Patrícia Constantino da. **Efeito da maré na distribuição vertical da meiofauna e de copepoda harpacticoida na praia arenosa de Maracaípe (Pernambuco, Brasil)**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SILVA, V. M. A. P. *et al.* Aspectos gerais do estudo da meiofauna de praias arenosas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, n. 1, p. 67-92, 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.1997.0301.05>

SIVADAS, S. K. *et al.* Role of environmental heterogeneity in structuring the macrobenthic community in a tropical sandy beach, west coast of India. **Journal of oceanography**, v. 68, p. 295-305, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10872-011-0099-z>

SOMERFIELD, Paul.; WARWICK, Richard.; MOENS, Tom. Meiofauna techniques. In: **Methods for the study of marine benthos**. 4 ed. Wiley- Blackwell, Oxford, 2005.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo-SP, Edgard Blucher Ltda, 1973.

SUGUMARAN, J.; PADMASAI, R.; ALTAFF, K. The effects of tropical cyclone Gaja on sandy beach meiofauna of Palk Bay, India. **Regional Studies in Marine Science**, v. 31, p. 100747, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100747>

SUN, Xinyu et al. Meiofauna and its sedimentary environment as an integrated indication of anthropogenic disturbance to sandy beach ecosystems. **Marine pollution bulletin**, v. 88, n. 1-2, p. 260-267, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.03>

SWEDMARK, Bertil. The interstitial fauna of marine sand. **Biological Reviews**, v. 39, n. 1, p. 1-42, 1964. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1964.tb00948.x>

TRAUNSPURGER, Walter; MAJDI, Nabil. Meiofauna. In: **Methods in Stream Ecology**, 3^a ed. Academic Press, 2017. p. 273-295.

tropical sandy beach. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62, p. 247-256, 2014.

VANAVERBEKE, Jan *et al.* Sediment-related distribution patterns of nematodes and macrofauna: Two sides of the benthic coin? **Marine Environmental Research**, v. 71, n. 1, p. :31-40, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.09.006>

VANREUSEL, Ann; ARBIZU, Pedro Martínez; YASUHARA, Moriaki. Marine Meiofauna Diversity and Biogeography—Paradigms and Challenges. **New Horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials**, p. 121-151, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21622-0_5

VENEKEY, Virág *et al.* Distribuição espaço-temporal da meiofauna em sargassum *Polyceratium montagne* (fucal, sargassaceae) de um costão rochoso do nordeste do Brasil. *Atlântica* (Rio Grande), v. 30, n. 1, p. 53-67, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5088/atl%C3%A2ntica.v30i1.823>

VENEKEY, Virág. **Atualização do conhecimento taxonômico dos Nematoda na costa brasileira e sua ecologia na praia de Tamandaré-PE (Brasil)**. 2007. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; GROSSI HIJO, C. A. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará-Brasil). **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 75-82, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.14210/bjast.v9n1.p75-82>

VILLORA-MORENO, Santiago. Environmental heterogeneity and the biodiversity of interstitial polychaeta. **Bulletin of Marine Science**, v. 60, n. 2, p. 494-501, 1997.

WIDDOWS, John; BRINSLEY, Mary. Impact of biotic and abiotic processes on sediment dynamics and the consequences to the structure and functioning of the intertidal zone. **Journal of sea Research**, v. 48, n. 2, p. 143-156, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(02\)00148-X](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(02)00148-X)

WORSAAE, Katrine; VINTHER, Jakob; SØRENSEN, Martin Vinther. Evolution of Bilateria from a Meiofauna Perspective—Miniaturization in the Focus. **New Horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials**, p. 1-31, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21622-0_1

YAN, Zhenhua *et al.* Microplastic pollution in an urbanized river affected by water diversion: Combining with active biomonitoring. **Journal of Hazardous Materials**, v. 417, p. 126058, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126058>

YAYLA, Emine Emel; SEVIK, Hakan; İŞINKARALAR, Kaan. Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. **Environmental monitoring and assessment**, v. 194, n. 10, p. 687, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10356-6>

ZEPPILLI, Daniela *et al.* Characteristics of meiofauna in extreme marine ecosystems: a review. **Marine Biodiversity**, v. 48, p. 35-71, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0815-z>

ZEPPILLI, Daniela *et al.* Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts? **Marine Biodiversity**, v. 45, p. 505-535, 2015. DOI:10.1007/s12526-015-0359-z.

ANEXO A - Densidade média (ind/10cm²) da comunidade da meiofauna entre os diferentes transectos, zonações e estratos no mês de outubro na praia de Maracáipe, Pernambuco.

Táxon	T1 MS 0-5	T1 MS 5-10	T1 MM 0-5	T1 MM 5-10	T1 MI 0-5	T1 MI 5-10	Total
Acari	0,8	3,1	0,4	0,8	2,8	1,2	9,0
Copepoda	1,6	3,5	0,4	1,2	0,0	4,3	11,0
Nematoda	5,9	6,3	1,6	5,5	17,3	34,2	70,8
Nemertea	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,8	2,0
Polychaeta	0,8	1,6	0,0	1,6	5,5	0,0	9,4
Turbellaria	2,0	5,5	0,8	0,0	0,0	0,0	8,3
Total	11,0	20,1	3,5	9,8	25,6	40,5	110,5

	T2 MS 0-5	T2 MS 5-10	T2 MM 0-5	T2 MM 5-10	T2 MI 0-5	T2 MI 5-10	Total
Acari	0,0	0,8	0,8	4,3	1,6	1,2	8,6
Copepoda	4,3	16,1	0,0	0,4	2,4	5,1	28,3
Nematoda	2,8	6,3	1,6	5,9	5,5	19,7	41,7
Nemertea	1,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
Oligochaeta	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	1,2
Polychaeta	2,0	2,4	1,2	4,7	0,0	0,0	10,2
Turbellaria	0,4	0,0	0,8	0,4	0,8	2,8	5,1
Total	11,0	26,7	4,3	15,7	10,6	29,1	97,5

	T3 MS 0-5	T3 MS 5-10	T3 MM 0-5	T3 MM 5-10	T3 MI 0-5	T3 MI 5-10	Total
Acari	0,0	2,0	0,0	0,8	0,8	0,4	3,9
Copepoda	5,1	0,8	1,6	0,0	0,0	0,0	7,5
Gastrotricha	3,9	4,7	2,8	1,6	11,8	0,0	24,8
Nematoda	89,3	97,5	59,4	51,9	263,4	94,8	656,2
Oligochaeta	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	30,7	52,3
Tardigrada	127,8	116,8	281,5	9,4	1045,5	77,8	1658,8
Turbellaria	1,6	5,9	6,3	4,3	11,0	7,9	37,0
Total	227,6	227,6	351,5	76,3	1354,1	211,5	2440,4

ANEXO B - Densidade média (ind/10cm²) da comunidade da meiofauna entre os diferentes transectos, zonações e estratos no mês de julho na praia de Maracáipe, Pernambuco.

Táxon	T1 MS 0-5	T1 MS 5-10	T1 MM 0-5	T1 MM 5-10	T1 MI 0-5	T1 MI 5-10	Total
Acari	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,8
Copepoda	2,4	11,0	8,6	20,4	0,4	7,5	50,3
Nematoda	3,5	0,8	11,0	2,8	5,1	2,4	25,6
Oligochaeta	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,8	2,0
Polychaeta	0,0	1,2	0,4	3,5	0,0	2,4	7,5
Turbellaria	1,6	0,0	0,0	0,0	6,3	0,4	8,3
Total	7,5	13,4	20,8	27,1	11,8	13,8	94,4

	T2 MS 0-5	T2 MS 5-10	T2 MM 0-5	T2 MM 5-10	T2 MI 0-5	T2 MI 5-10	Total
Acari	2,4	2,4	2,4	1,6	0,0	0,0	8,6
Copepoda	1,6	4,7	7,5	7,9	0,0	1,6	23,2
Nematoda	0,0	0,8	2,4	2,4	3,1	6,3	14,9
Oligochaeta	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,8
Polychaeta	0,8	1,2	0,0	1,2	0,4	0,0	3,5
Turbellaria	0,0	1,2	0,4	0,0	2,0	2,0	5,5
Total	4,7	10,2	13,0	13,0	5,9	9,8	56,6

	T3 MS 0-5	T3 MS 5-10	T3 MM 0-5	T3 MM 5-10	T3 MI 0-5	T3 MI 5-10	Total
Acari	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8	2,8	4,3
Copepoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gastrotricha	3,1	8,6	9,4	11,8	0,0	0,0	33,0
Nematoda	143,9	67,6	207,2	55,8	61,7	50,7	587,0
Oligochaeta	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	2,8
Tardigrada	0,4	0,0	2,0	0,0	11,8	5,9	20,1
Turbellaria	10,6	32,6	21,6	0,0	0,4	2,0	67,2
Total	168,3	113,2	266,2	84,1	77,5	61,3	714,4