



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

BRUNA RODRIGUES FIDELIS DE OLIVEIRA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA MEIOFAUNA EM UMA
PRAIA ARENOSA TROPICAL**

**RECIFE
2022**

BRUNA RODRIGUES FIDELIS DE OLIVEIRA

Monografia apresentada ao curso de bacharelado em Ciências Biológicas, do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para obtenção de título de bacharel em Ciências Biológicas, orientada pela Prof.^a Dr.^a Betânia Cristina Guilherme.

**RECIFE
2022**

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)

048d Oliveira, Bruna Rodrigues Fidelis de
DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA MEIOFAUNA EM UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL:
MUDANÇAS ESPACIAIS E TEMPORAIS NA MEIOFAUNA INTERSTICIAL EM UMA PRAIA ARENOSA
TROPICAL / Bruna Rodrigues Fidelis de Oliveira. - 2022.
64 f. : il.

Orientadora: Profº Dra. Betania Cristina Guilherme.
Coorientador: Mario Filho.
Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2022.

1. Comunidade bentônica. 2. Sazonalidade. 3. Ambientes costeiros. 4. Monitoramento. 5.
Granulometria. I. Guilherme, Profº Dra. Betania Cristina, orient. II. Filho, Mario, coorient. III. TÁ•tulo

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA MEIOFAUNA EM UMA PRAIA
ARENOSA TROPICAL**

BRUNA RODRIGUES FIDELIS DE OLIVEIRA

Data da Defesa: 03/10/2022

Horário: 15:00 horas

Local: Sala 303- UFRPE

Banca Examinadora:

Betânia Cristina Guilherme

Prof. Orientador(a)

Swane Sâmia de Moraes Reis

Prof.^a Examinador(a) Interno(a)

Francisco José Victor de Castro

Prof. Examinador(a) Externo(a)

Resultado:

(X) Aprovado/a

() Reprovado/a

AGRADECIMENTOS

Ainda nem caiu a ficha que cheguei até aqui e concluir esse ciclo, são tantos sentimentos envolvidos, mas dentre eles os principais, com toda certeza, são a felicidade, a gratidão, o alívio e orgulho. Agradeço a Deus, ao universo e a vida por todas as oportunidades que me foram dadas durante esses anos na graduação, por me fazer ser forte para continuar quando achei que não conseguia, por me ensinar a confiar mais em mim e me ensinar a ser mais paciente do que já sou.

Agradeço também aos meus pais e a minha avó que me deram todo suporte e apoio durante esses anos, e sempre me incentivaram a estudar. Obrigada por tudo, painho, mainha e vovó. Obrigada também aos familiares que estiveram ao meu lado, vocês também fazem parte disso.

Ao meu namorado, Matheus, que mesmo não entendendo muito sobre os assuntos das aulas, provas, trabalhos e relatórios que eu passava horas falando nunca deixou de me ouvir, sempre foi um apoio e consolo com palavras e carinho nas horas que eu só conseguia chorar pensando que não daria conta de tantas demandas. Que me lembrou sempre que a vida é muito mais que só a universidade e um diploma, e que no final tudo dá certo.

Aos meus amigos e amigas que sempre estiveram dispostos a me escutar e ajudar quando precisei, por me incentivarem, serem presentes e tão gentis com atos e palavras que por muitas vezes me confortaram. Em especial as minhas amigas Alice e Karol, vocês são incríveis! Que nossa amizade, que já perdura desde o ensino médio, continue se fortalecendo e que tenhamos sempre umas às outras.

Sou imensamente grata também pelas amizades que conquistei na universidade: Rafa, Laura, Letícia e Lud, saibam que vocês são especiais demais para mim. Foram muitas risadas, choros, estresses, incansáveis horas de estudos, fofocas e conversas. Obrigada por todos os momentos que partilhamos, por toda ajuda, apoio, carinho e aconselhamentos, vocês fizeram tudo ficar melhor e mais leve. Que a amizade que construímos continue crescendo e que possamos vibrar juntas pelas conquistas de cada uma.

As amigas que tive o prazer de conhecer no laboratório e fizeram toda diferença nessa jornada, Ariane, Bia e Analyce. Meninas, vocês foram um presente pra mim, trabalhar com vocês foi MUITO bom. Foram várias manhãs, tardes, noites e até finais de semana em que mesmo atarefadas sempre tínhamos tempo para sorrir, fazer lanchinhos, desabafar e nos apoiar. Agradeço muito a vocês por toda ajuda e por serem alegria nos meus dias.

A minha orientadora Betânia Guilherme por toda orientação e ajuda no meu desenvolvimento como aluna, pessoa e cientista. Por ser tão humana e empática comigo e todos do LEMS, por vibrar com nossas conquistas, por nos fazer ser mais que uma equipe e amigos, mas uma família. Serei sempre grata.

A Ivo, que esteve presente desde o começo da construção da monografia, por todas as dicas, por me salvar com o mapa, com as análises, com o sufoco da coleta (sofrida que só), pela sua empatia e por ser essa pessoa que não mede esforços para ajudar mesmo tendo um milhão de coisas para fazer. Você agregou muitoooo ao LEMS e tenho certeza que irá brilhar muito!

Ao meu coorientador e colega de laboratório Mário por ser tão prestativo, por ajudar no desenvolvimento desta monografia e no decorrer de todos esses anos em que faço parte do LEMS.

RESUMO

As praias arenosas possuem uma alta biodiversidade e constituem um dos ambientes de maior extensão ao longo de todo o litoral brasileiro. Esses ecossistemas apresentam uma fauna de invertebrados que são resistentes e se adaptam a diversas mudanças. Dos organismos marinhos, destaca-se a meiofauna, formada por organismos metazoários invertebrados que medem entre 0,044 mm e 0,5 mm. A pesquisa tem como objetivo caracterizar a estrutura espaço-temporal da comunidade meiofaunística com base na composição e abundância. As coletas foram realizadas na praia do Cupe durante a baixa-mar sendo estabelecidos dois transectos perpendiculares à linha d'água e equidistantes em 100 metros. Em cada transecto foram estabelecidos quatro pontos de coleta em três porções do mediolitoral (superior, médio e inferior) e um no infralitoral raso. Em cada um desses pontos foram coletadas três réplicas de meiofauna e réplicas adicionais para análise de fatores granulométricos, utilizando-se um testemunhador cilíndrico de PVC com 9,6 cm² de área interna. As amostras do material biológico foram adicionadas em potes de plásticos com formol salino preparado a 4%. As amostras de meiofauna foram lavadas através de jogo de peneiras geológicas sobrepostas entre si, com intervalos de malha de 500 µm e 45 µm em laboratório e triadas em placas de Dolfuss sob estereomicroscópio, para triagem e identificação dos organismos meiofaunísticos presentes. A meiofauna foi composta por 11 taxa sendo: Nematoda, Copepoda, Polychaeta, Oligochaeta, Turbellaria, Acari, Gastrotricha, Ostracoda, Nemertea, Tardigrada e Amphipoda. O grupo Nematoda foi o mais abundante em ambos os meses. A densidade média total de indivíduos variou entre os meses, sendo maior no período chuvoso (julho e agosto) e menor no período seco (setembro e novembro). Entre as zonações, o Mediolitoral Médio e o Infralitoral se destacaram pelas maiores densidades de organismos. O resultado da PERMANOVA confirmou diferenças significativas na comunidade da meiofauna entre os meses, transectos e zonações, o que também foi visualizado das figuras do nMDS. Dentre as variáveis abióticas testadas o tamanho médio do grão foi que se destacou tendo uma influência de 68% sobre a comunidade da meiofauna.

Palavras chaves: Comunidade bentônica, Sazonalidade, Ambientes costeiros, Monitoramento, Granulometria.

ABSTRACT

Sandy beaches have a high biodiversity and protect one of the most extent environments throughout the Brazilian coast. Presenting a fauna of invertebrates that are resistant and adapt to various changes. Meiofauna is projected by invertebrate metazoan organisms that measure 0.044 mm and 0.5 mm. The research aims to characterize the space-time structure of the medium-phained community based on composition and abundance. The collections were performed on Cup beach during the sea bass and two perpendicular transects were chosen to the waterline and equidistant in 100 meters. In each transect, four average collection points were defined in three portions (upper, middle and lower) and one in shallow infralitoral. In each of these points three replicated medium and additional replicated were collected for analysis of particle size factors, using a 9.6 cm² internal PVC cylindrical witness. As a sample of the biological material were added to 4% - prepared saline plastic pots. Meiofauna samples were washed through the overlapping geological sieves set, with 500 µm and 45 µm laboratory mesh intervals and treches on Dolfuss plates under stereomicroscope for screening and identification of the middle -phanainistic organisms present. The half -black was composed of 11 taxa being: Nematoda, Copepoda, Polychaeta, Oligochaeta, Acoela, Acari, Gastrotricha, Ostracoda, Nemertea, Tardigrated and Amphipoda. The Nematoda group was the most abundant in both months. The total density of months, being higher, varied between the months (July and August) and lower in the dry period (September and November). Among the areas, average and infralittoral medium litoral stand out for the highest densities of organisms. Permanova's result also confirmed the significant differences in the meiofauna community between the months, transects and zones of the nMDS figures viewer. Among the abiotic variables, they confirm the average grain size that stands out having an influence of 68% of the meiofauna community.

Keywords: Benthic community, Seasonality, Coastal environments, Monitoring, Granulometry.

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Mapa da área de estudo indicando a localização dos transectos definidos para as coletas na praia do Cupe: Transecto 1 (T1) e Transecto 2	35
Figura 2. Desenho amostral para coleta da meiofauna bentônica nos níveis superior (S), médio (M) e inferior (I), da região entre marés e infralitoral	36
Figura 3. Dados pluviométricos do ano de 2020, segundo o INPA. Com destaque para: julho, agosto, setembro e novembro	37
Figura 4. Temperatura do sedimento dos meses estudados nos dois transectos (T1=Transecto 1; T2= Transecto 2)	38
Figura 5. Pluviosidade e salinidade dos meses amostrados nos dois transectos (T1 e T2)	39
Figura 6. Número de indivíduos da meiofauna nos meses estudados (julho, agosto, setembro e novembro)	39
Figura 7. Densidade de indivíduos por 10cm ² nos meses estudados (julho, agosto, setembro e novembro)	42
Figura 8. Resultados da análise de ordenação não métrica multidimensional (nMDS) da Praia do Cupe; Transectos (T1 e T2) e Zonações (MS, MM, MI, INFRA)	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Porcentagem das feições granulométricas encontradas nas zonações (MS= Médiolitoral superior; MM= Médiolitoral médio; MI= Médiolitoral inferior; INFRA= infralitoral) na Praia do Cupe, nos meses de agosto e novembro. Granulometria – AF= Areia fina, AM= Areia média, AG= Areia.....	40
.....	
Tabela 2. Parâmetros granulométricos para agosto e novembro– 2020, segundo Folk e Ward (1957)	41
.....	
Tabela 3. Densidade média total (ind.10cm ² ± desvio padrão) da meiofauna na praia do Cupe nos meses estudados.	
(Fonte: Elaborado pela Autora)	42
.....	
Tabela 4. Densidade média de indivíduos por 10cm ² nos 4 meses de coleta. (Fonte: Elaborado pela Autora)	43
.....	
Tabela 5.Densidade de indivíduos por 10cm ² nas 4 zonações coletadas. Zonações: MS= Médiolitoral Superior, MM= Médiolitoral Médio, MI= Médiolitoral Inferior, INFRA=Infralitoral	43
.....	
Tabela 6. Abundância relativa dos grupos da meiofauna nos meses estudados	44
.....	
Tabela 7. Frequência de ocorrência dos grupos da meiofauna e classificações, da Praia do Cupe-PE. (F.O%= Frequência de ocorrência)	44
.....	
Tabela 8. Resultados da Análise PERMANOVA para as amostras da Meiofauna dos Meses (julho, agosto, setembro e novembro); Transectos (1 e 2) e Zonações MS (Médiolitoral Superior), MM (Médiolitoral Médio), MI (Médiolitoral Inferior), INFRA (Infralitoral); da Praia do Cupe-PE.....	45
.....	
Tabela 9.Resultados da análise SIMPER com os principais grupos, suas contribuições individuais e acumulativas	47
.....	

Tabela 10. Resultado da rotina DistLM para as variáveis abióticas 47
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 ECOSSISTEMA BENTÔNICO.....	16
3.2 PRAIAS ARENOSAS	17
3.3 MEIOFAUNA	20
4. REFERÊNCIAS	22
Capítulo I	32
MUDANÇAS ESPACIAIS E TEMPORAIS NA MEIOFAUNA INTERSTICIAL EM UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL	33
RESUMO.....	33
INTRODUÇÃO	34
METODOLOGIA.....	35
Área de estudo	35
Procedimentos de campo e laboratório.....	35
Análise de dados	37
RESULTADOS	38
Parâmetros Abióticos	38
Meiofauna	42
Análises Multivariadas.....	45
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

As praias são definidas como um depósito de material inconsolidado formado na interface terra-mar sob a ação de ondas, correntes, marés e ventos, que vai desde a linha média da baixa-mar, até uma falésia, um campo de dunas ou vegetação permanente (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). O termo praia arenosa pode ser utilizado para caracterizar uma vasta quantidade de ambientes que se estendem desde praias de alta energia, praias oceânicas, até planícies estuarinas protegidas (MCLACHLAN, 1983).

Esses ambientes compõem aproximadamente um terço das costas livres de gelo do mundo (LUIJENDIJK et al., 2018) e são centrais para todas as experiências de recreação costeira, recebendo mais de um bilhão de visitantes anualmente (DEFEO et al., 2021). São considerados ambientes bastante produtivos (MCLACHLAN, A.; DEFEO, O., 2018) e influenciam processos ecológicos e redes alimentares muito além da interface terra-mar imediata (RODIL et al., 2022), além de fornecerem diversos serviços ecossistêmicos importantes, como proteção costeira, provisão de alimentos e recreação (AMARAL et al., 2016; DEFEO et al., 2009).

O sedimento e a energia das ondas são os fatores essenciais para formação das praias arenosas, principalmente, em relação às características das partículas do sedimento, ao regime de ondas e à amplitude das marés (SILVA, 2006). De acordo com características necessárias a sua formação as praias podem ser classificadas como: dissipativas, refletivas e intermediárias.

O extrato bentônico, correspondente aos ambientes de fundos consolidados ou não consolidados, presentes também em praias, considera organismos menores que 32 µm pertencentes ao microbentos, organismos com tamanho entre 32 µm e 0,5 mm são classificados de meiobentos, e organismos maiores que 0,5 mm são denominados macrobentos (GIERE, 2009).

Dentre a diversidade de organismos que compõem o bento, destaca-se a meiofauna, termo empregado para descrever animais metazoários invertebrados que medem entre 0,044 mm e 0,5 mm, sendo uma das mais importantes associações biológicas de praias arenosas (COULL, 1988; GIERE, 2009). Composta de aproximadamente 30 Filos zoológicos, que ocupam os interstícios dos sedimentos no meio aquático (GIERE, 2009), utilizam o substrato como proteção e abrigo e dele

retiram seu alimento (LEVINTON, 2009).

Nesse ambiente, a meiofauna facilita a biomíneralização da matéria orgânica, a regeneração de nutrientes e serve de alimento para níveis tróficos superiores (COULL, 1998; DANOVARO, 1996; COULL, 1999; DANOVARO et al., 2007). Constitui ainda um grande reservatório de material orgânico podendo apresentar uma produtividade por unidade de biomassa maior que a macrofauna (RUDNICK et al., 1985), são bioindicadores de poluição, perturbação e mudança climática (COULL e CHANDLER, 1992; BALSAMO et.al, 2012; PUSCEDDU et.al, 2014; ZEPPELLI et.al, 2015).

Os primeiros estudos realizados com a meiofauna são recentes, em relação a outros grupos taxonômicos, por conta do esforço amostral e da falta de tecnologia para observar os organismos. Entretanto, já se verifica com passar dos anos um aumento no número de estudos que buscam investigar a meiofauna. Dentre eles, Castro et.al, (1998) analisando o impacto dos processos morfodinâmicos sobre a meiofauna em uma área de restinga; Da Rocha (2003) analisando o efeito do substrato fital na comunidade meiofaunística associada; Pinto & Bemvenuti (2003) investigando os efeitos da escavação da macrofauna na estrutura comunitária da meiofauna; Guilherme et.al, (2011) estudando a meiofauna associada ao tubo de *Diopatra cuprea* Bosc, 1902 (Polychaeta: Onuphidae), entre outros.

Além de estudos que abordam o papel da meiofauna como estoque alimentar para o mesmo nível trófico ou para níveis tróficos superiores e seu papel em ambientes impactados, submetidos a estresses físicos, químicos ou sob distúrbios naturais (HICKS; COULL, 1983; HEIP et al., 1988; LAMPADARIOU et al., 1997; RODRIGUES, 2002); particularmente em prados vivos os organismos detritívoros e herbívoros contribuemativamente para a transferência de energia nas teias alimentares locais através da degradação de detritos exportados (FRANÇOIS et al., 2018; MASCART, LEPOINT, et al., 2015; PUSCEDDUEt al., 2016).

No Brasil, os estudos sobre a meiofauna em praias arenosas foram realizados em diferentes locais da costa, de Norte a Sul do país. Nas regiões da Amazônia (BAIA; VENEKEY, 2019; SANTOS et.al, 2021), Ilha de Trindade – Espírito santo (SANTOS; VENEKEY, 2018; NASCIMENTO, 2016), Paraíba (OLIVEIRA, 2020) e Pernambuco (GUILHERME et al. 2011; PINTO; SANTOS, 2006; CHADDAD, 2015; SENA, 2018).

Com relação as investigações da meiofauna e as variáveis ambientais, no nordeste Brasileiro, destaca-se Carvalho, 1992 abordando sobre a heterogeneidade espaço temporal da meiofauna; Bezerra et al., 1994 investigando a distribuição horizontal e vertical em região tropical; Bezerra et al., 1997 analisando a influência da granulometria na distribuição e adaptação da meiofauna; Souza-Santos et al., 2003 analisando a sazonalidade da comunidade; Somerfield, 2003 investigando os fatores que a afetam a estrutura da meiofauna; Venekey et al., 2014, investigando a influência do ciclo das marés e chuvas; efeitos de um processo de engorda sobre a comunidade (ALVES, 2017; SENA, 2018).

Em razão da sua abundância, ciclo de vida curto e rapidez de resposta ao estresse ambiental, essa comunidade é vista também como um indicador de poluição e impactos antropogênicos, apresentando modificações em sua estrutura como diminuição da abundância, da biomassa e diversidade (HERMAN; HEIP, 1988; BRUNETTI, 2000).

A distribuição da meiofauna em ambientes de praia arenosa está vinculada a diferentes escalas espaciais e temporais. Espacialmente, nota-se distribuição horizontal e vertical, sendo a granulometria do sedimento, salinidade da água, tensão de oxigênio, composição química da água intersticial e disponibilidade de alimento como as principais características ambientais geradoras desse padrão (GIERE, 2009; NDARO et al., 1995). A variabilidade temporal da meiofauna ocorre em pequenas, médias e longas escalas relacionadas ao ciclo e mudanças de temperatura; estações das marés e mudanças na umidade no sedimento; e base diária do ano (MCLACHLAN; BROWN, 2006).

O padrão vertical de distribuição da meiofauna está relacionado fortemente às características do ambiente sedimentar onde vivem (NETTO et al, 2004). Um dos fatores que se destaca é a granulometria (GIERE, 2009), este fator define o espaço onde os organismos vivem, o tipo e a quantidade de organismos encontrados, a qualidade de alimento disponível e as características físicas e químicas do ambiente (COULL, 1988; WARD, 1975; POLLOCK, 1971).

No ambiente intersticial, os principais fatores responsáveis pela distribuição da meiofauna são o tamanho do grão e os diferentes fatores físico-químicos (COULL, 1988). Em ambientes de areia grossa, o padrão de distribuição possibilita que os organismos penetrem até muitos centímetros ou metros dentro do sedimento (SOUZA-SANTOS et al., 2004). Nos ambientes com alta concentração de silte e argila há uma redução no número de organismos da meiofauna, devido a obstrução dos espaços entre os poros e diminuição da quantidade de oxigênio disponível (POLLOCK, 1971).

Visto isso, considerando a atuação da meiofauna nas praias arenosas em resposta as suas variáveis ambientais e as relações ecológicas, este estudo busca investigar a distribuição dos taxa em uma praia arenosa com característica intermediária, e reconhecer se o fator granulometria é o principal responsável pelas flutuações de densidade e estabelecimento da comunidade. Para alcançar este objetivo, partimos da seguinte pergunta: Como os tamanhos diferentes do grão podem alterar a distribuição espaço-temporal da meiofauna em praias arenosas? Além de testar as seguintes hipóteses: a) A distribuição espaço-temporal dos grandes grupos da meiofauna varia em função da granulometria b) As flutuações de densidade da meiofauna variam de acordo a distribuição espaço-temporal.

2 OBJETIVOS

Com destaque aos seguintes objetivos específicos:

- Descrever as modificações na estrutura da meiofauna, sob uma perspectiva espaço-temporal;
- Identificar os principais *taxa* em grandes níveis taxonômicos da comunidade meiofaunística levando em consideração a sua variação espaço-temporal;
- Analisar a composição da comunidade meiofaunística, correlacionando-a com os fatores abióticos (granulometria, salinidade e temperatura).

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ECOSSISTEMA BENTÔNICO

O sistema bentônico dos ambientes litorâneos corresponde às áreas de sedimentação, não consolidado (fundos arenosos/lamosos) ou consolidado (fundos rochosos), na qual se desenvolve uma considerável biodiversidade de organismos, com variadas formas de vida e de alimentação (CASTRO; HUBER, 2012). No Brasil encontra-se uma diversidade de ecossistemas bentônicos litorâneos estendendo-se desde praias, estuários, recifes de corais, florestas de manguezais, planícies de maré e bancos de areais (ROSA-FILHO et al., 2009; BARRADAS et al., 2010; SOUZA SILVA & ARAÚJO, 2014; DA CUNHA & BERNARDINO, 2018; AVENA et al., 2020; CONTI et al., 2020).

Esse tipo de ecossistema compreendem zonas de alta atividade biológica onde ocorrem predominantemente processos como produção primária, consumo, ciclismo de nutrientes e decomposição (HAUER & LAMBERTI, 2007), é um importante elo da teia alimentar, além de oferecer refúgio para um enorme número de filos e espécies de animais, tais números excedem os de espécies pelágicas devido à maior variedade física dos habitats bênticos (LALLI & PARSONS, 1997; AMARAL et al., 2016). Apesar da importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos prestados pela mesma, a expansão populacional e o crescimento econômico estão aumentando as pressões antropogênicas sobre as áreas costeiras (WILSON et al., 2013), de modo a diminuir a oferta de serviços ecossistêmicos em todo o mundo (CONSTANZA et al., 2014).

A comunidade bentônica é usualmente dividida em relação à posição na cadeia trófica, modo de vida e tamanho. A classificação em relação ao seu tamanho considera organismos menores que 32 µm pertencentes ao microbentos, organismos com tamanho entre 32 µm e 0,5 mm são classificados de meiobentos, e organismos maiores que 0,5 mm são denominados macrobentos e são os componentes da fauna bentônica mais comumente estudados (GIERE, 2009; BROWN; MCLACHLAN, 2010).

Os organismos do macrobentos é composto em sua maior parte por espécies dos grupos Polychaeta, Crustacea e Mollusca, além da maior contribuição de Echinodermata com o aumento da profundidade. Apesar de esses grupos dominarem em termos de abundância, outros grupos taxonômicos são frequentemente

encontrados, como Sipuncula, Cnidaria e Nemertea (SNELGROVE, 1998; BROWN; MCLACHLAN, 2010). Enquanto no meiobentos, Nematoda e Copepoda são normalmente os grupos mais dominantes, porém uma grande variedade de táxons pode ser encontrada, em especial Polychaeta, Turbellaria, Tardigrada e Ostracoda (KOTWICKI et al., 2005).

Dada à sua baixa mobilidade e estreita relação com as características ambientais, os organismos bentônicos tendem a sofrer uma dinâmica de sucessão em função de mudanças no ambiente, com maior abundância de espécies oportunistas e diminuição da diversidade em ambientes contaminados (PEARSON; ROSENBERG, 1978; GRALL; GLEMAREC, 1997; BORJA et al., 2000). Salinidade, matéria orgânica, hidrodinâmica, características sedimentares e disponibilidade de oxigênio são outros exemplos de variáveis ambientais capazes de influenciar a estrutura das comunidades bentônicas (PEARSON; ROSENBERG, 1978; BROWN; MCLACHLAN, 2010; VANAVERBEKE et al., 2011; SEMPRUCCI et al., 2019).

3.2 PRAIAS ARENOSAS

O termo “praia arenosa” pode ser usado para definir uma extensa gama de ambientes, desde praias de mar aberto de alta energia até planícies de areia estuarinas abrigadas (MCLACHLAN; DEFEO, 2018). Esses ambientes são bastante instáveis devido às variações energéticas acarretadas por processos eólicos, biológicos e hidráulicos (GOMES; ROSA FILHO, 2009). Em consequência da interação desses fatores, as praias estão sujeitas a mudanças morfológicas e trocas de sedimento com regiões adjacentes em diferentes escalas temporais (SHORT, 2003).

McLachlan (1980), analisando as características morfodinâmicas das praias as classificou em: protegidas, muito protegidas, expostas e muito expostas, usando parâmetros como ação da onda, largura da zona de surfe, percentagem de partículas finas de areia, diâmetro médio do grão, profundidade da camada redox, presença de “buracos” feitos pela macrofauna e inclinação da zona entre-marés. Short, Wright (1983), considerando o índice de Dean (1973), ampliaram os conhecimentos praiais, classificando-as em: dissipativas e refletivas, e um terceiro tipo, intermediária, que é subdividido em quatro estágios que possuem condições gradativas que vão desde

características dissipativas até as refletivas.

Os três tipos de praias podem ser identificados com base nas condições ambientais necessárias à sua formação: morfologia, dinâmica, modo e escala de trocas de sedimento e variabilidade espaço-temporal. Essas características estabelecem o clima na zona de espraiamento *swash*, decorrente da variação das marés e do fluxo-refluxo das ondas (MC ARDLE; MCLACHLAN, 1992).

As praias dissipativas apresentam uma zona de surfe bem desenvolvida, com baixo gradiente topográfico e elevado estoque subaquoso de areia, sob a forma de bancos (SHORT, 1999). A arrebentação é predominantemente deslizante e correntes de retorno são raras (SILVEIRA et al., 2011). Este estado é favorecido pela incidência de ondas altas e esbeltas e pela ocorrência de areia fina (CALLIARI, 2003). O estado refletivo é caracterizado pelo acentuado gradiente topográfico e pela redução da largura da zona de surfe. As ondas quebram na face da praia com grande turbulência. Nestes casos, a granulometria do sedimento tende a ser grossa e o estoque de areia se situa na porção subárea da praia (CALLIARI et al., 2003). Nos estágios intermediários ocorre gradação quanto às tendências dissipativas e refletivas da praia, a qual se traduz em diferenças morfológicas (CALLIARI, 2003).

As praias formam um continuum onde as características químicas e físicas podem ser diferenciadas (BROWN; MCLACHLAN, 2010). As características químicas aparecem em praias protegidas, de sedimento fino, onde a circulação de água nos poros é muito pequena e a chegada de matéria orgânica é alta. O consumo de oxigênio, pela biota, excede o pequeno suprimento limitado pela fraca ação das ondas e a baixa permeabilidade, desta forma o sedimento torna-se desoxigenado, formando um “degrau” químico. A camada de descontinuidade do potencial redox (CDPR) limita a vida nas camadas superiores do sedimento. Isto pode acontecer em praias dissipativas (BROWN; MCLACHLAN, 2010).

As características físicas ocorrem em praias de sedimento grosso, onde há uma grande permeabilidade; a ação da onda é forte e a velocidade de infiltração é alta. Durante os períodos de preamar a água causa uma verdadeira “tempestade” no sistema de poros sendo, em seguida, drenada nos períodos de baixa-mar. O suprimento de oxigênio é grande e a demanda nunca ultrapassa o disponível; como consequência, tem-se que a biota atinge camadas do sedimento que podem chegar a alguns metros de profundidade. Tais condições podem ocorrer em praias refletivas e em alguns subtipos de intermediárias tendendo a refletivas (BROWN; MCLACHLAN,

2010).

O ecossistema de praias arenosas pode ser dividido horizontalmente em diferentes zonas que consistem em duna frontal, *backshore*, *swash/shoreline*, zona de surf e *nearshore* (DEFEO; MCLACHLAN, 2005); verticalmente, é representado pelos sistemas pelágico e bentônico. Estas áreas por muito tempo foram consideradas desertos biológicos como consequência do seu rigor ambiental (BROWN; MCLACHLAN, 2010) até se iniciarem estudos sobre ecologia, taxonomia e fisiologia dos organismos presentes nesses ambientes demonstrando que sua fauna pode ser diversa e abundante (ARMONIES; REISE, 2000; MCLACHLAN; DORVLO, 2005).

Desde a década de 1980, os estudos começaram a evoluir e as praias começaram a ser mais bem caracterizadas (MCLACHLAN; ERASMUS, 2013). As comunidades de praias arenosas por muitas vezes passavam despercebidas pelos ecologistas, até que Remane (1933) iniciou o primeiro levantamento, na Alemanha. Tal comunidade é influenciada tanto pelo grande hidrodinamismo do ecossistema praial, assim como pelas variáveis físicas e químicas do mesmo (PINTO; BEMVENUTI, 2003).

Estudos mostraram que as assembleias bentônicas possuem padrões biogeográficos em relação a sua riqueza, biomassa e abundância. Estes padrões podem ser influenciados por fatores de larga, meso ou pequena escala, que associados às características físicas do ambiente determinam a composição da fauna (DEFEO; MCLACHLAN, 2005; MCLACHLAN; DORVLO, 2005). Dentre a biodiversidade existente em praias, os organismos que vivem enterrados nos sedimentos, estão entre os mais diversos e são representados tipicamente por anelídeos, moluscos e crustáceos (BROWN; MCLACHLAN, 2010).

As praias são muito importantes tanto em aspectos ecológicos pois fornecem serviços ecossistêmicos (por exemplo, filtração de água, regeneração de nutrientes, provisão de habitat) e sua biodiversidade (SCHLACHER et al., 2006; DUGAN et al., 2010; BROWN & MCLACHLAN, 2010; ERASMUS, 2013), quanto em sentido econômico, visto que atraem mais turistas e usuários recreativos do que a maioria dos outros ecossistemas costeiros (MAGUIRE et al., 2011) e servem como catalisador para o desenvolvimento intensivo de áreas costeiras, desenvolvimento habitacional e recreação humana (NORDSTROM, 2000).

3.3 MEIOFAUNA

Considera-se meiofauna os animais invertebrados metazoários que ficam retidos em malhas com aberturas compreendidas entre 500 µm e 44 µm; dos quais larvas, ovos e indivíduos jovens da macrofauna retidos representam a meiofauna temporária, diferente da meiofauna permanente que é composta por animais que passam todo seu ciclo de vida dentro desses limites corpóreos (GIERE, 2009). Tipicamente estes são animais com um comprimento de corpo de 100-200µm e eles, normalmente, habitam os espaços que estão presentes entre as partículas de sedimentos em ambientes aquáticos, ou seja, o sistema intersticial (SCHMIDT-RAESA, A. 2020).

A meiofauna mantém uma forte relação com o substrato dos ambientes aquáticos (MCINTYRE, 1969; VENEKEY et.al, 2008; BEZERRA, 1994) e ocorrem em ambientes marinhos e de água doce, desde praias até ao mar profundo (COULL, 1988, 1999; HERMAN; HEIP, 1998; SCHMIDT-RAESA, A. 2020), além de serem uma das mais importantes associações biológicas de praias arenosas (GOMES; ROSA FILHO, 2009).

O espaço intersticial é, geralmente, muito pequeno e exige dos organismos da meiofauna adaptações morfológicas e funcionais especiais como tamanho reduzido, modificação da forma do corpo, proteção mecânica, órgãos estáticos e sistemas de fixação (GIERE, 2009). Além destas, existem adaptações relacionadas ao modo de vida, com as mais importantes ligadas à locomoção, a alimentação, reprodução e tolerâncias fisiológicas (RODRÍGUEZ; BABÍO, 2002; BROWN; MCLACHLAN, 2010). Muitos organismos meiofaunais preferem sedimentos bem oxigenados, mas alguns ocorrem em sedimentos com baixo teor de oxigênio (SCHMIDT-RAESA, A. 2020).

Praticamente, quase todos os filos do reino animal estão presentes na meiofauna, dentre eles Nematoda, Gastrotricha, Kinorhyncha, Gnathostomulida e Tardigrada (RAFAELLI; HAWKINS, 1996), presentes em densidades médias que variam de 1.000 a 2.000 ind.10 cm² (BROWN; MCLACHLAN, 2010). Valores mais baixos de densidade são encontrados em praias dissipativas e refletivas, e valores mais altos são observados em praias intermediárias com um expressivo aporte orgânico (BROWN; MCLACHLAN, 2010).

A meiofauna tem uma grande importância para os ecossistemas bentônicos, pois é uma unidade ecológica onde os organismos que compõem a comunidade

compartilham de uma mesma forma seus hábitos de vida e mesma pressão seletiva do ambiente intersticial (BALSAMO ET AL., 2010). Além de participarem de forma ativa nos processos de fluxo de energia servindo de alimento para organismos macroscópicos bentônicos e até pelágicos, agem na remineralização de substâncias orgânicas, auxiliam na perturbação do sedimento, destaca-se na produção secundária, sendo responsável por cerca de 25% da mesma, além de apresentar valores de biomassa maiores que o grupo de animais da macrofauna (BELTRÃO, 2018; SCHMIDT-RAESA, A. 2020).

Em ambientes praiais, a distribuição da meiofauna é condicionada por distintas escalas espaciais e temporais. Em relação às escalas espaciais, observa- se grande agregação horizontal e vertical, sendo a granulometria do sedimento, salinidade da água, tensão de oxigênio, composição química da água intersticial e disponibilidade de alimento dispostas como as principais características ambientais geradoras desse padrão (GIERE, 2009; NDARO et al., 1995)

A variabilidade temporal da meiofauna se dá em pequenas (envolvendo o ciclo das marés e mudanças na umidade no sedimento), médias (base diária, relacionada às mudanças de temperatura) e longas escalas (associada às estações do ano) (BROWN; MCLACHLAN, 2010). Além das características ambientais, as interações biológicas também interferem na distribuição espaço-temporal da meiofauna em praias arenosas (CARRIÇO et al., 2013; GUIDI-GUILVARD et al., 2012).

4.REFERÊNCIAS

- AARNIO, K. Experimental evidence of predation by juvenile flounder, *Platichthysflesus*, on a shallow water meiobenthic community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 246, p. 125-138. A Sandy beach ecology: a review. In:*Sandy beaches an ecosystem*. 2000.
- ALONGI, D. M. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev*, 28(3), 381-496. 1990.
- AL-USMANI, S. P., & ANSARI, Z. A. Adaptação meiofaunal à variabilidade ambiental e pisoteamento humano de praias de areia tropical em Goa, Índia. *Oceanografia & Pesca Open Access Journal*, 13(1), 1-9. 2021.
- ALVES, S. P. Diagnóstico da Comunidade Nematofaunistica após um processo de engorda em uma praia arenosa da Região Metropolitana do Recife. Monografia de Graduação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brazil. 2017
- AMARAL, A. C. Z., CORTE, G. N., DENADAI, M. R., COLLING, L. A., BORZONE, C., VELOSO, V., ... & ALMEIDA, T. C. M. D. Praias arenosas brasileiras: características, serviços ecossistêmicos, impactos, conhecimento e prioridades. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64, 5-16. 2016.
- ARMONIES, W., & REISE, K. Faunal diversity across a sandy shore. *Marine EcologyProgress Series*, 196, 49-57. 2000.
- AVENA, P.P., DOMINGUEZ, J. M., & JUNIOR, I. C. L. (2020). Mapeamento de habitat benthic em uma baía tropical rasa: o canal de Itaparica-leste do Brasil. Em *Geomorfologia do Fundo do Mar como Habitat Benthic* (pp. 175-186). Elsevier
- BAIA, E., & VENEKEY, V. Padrões de distribuição da meiofauna em uma praia de areia tropical macrotidal, com foco especial em nematoides (Caixa d'Água, Costa amazônica, Brasil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 67. 2019.
- BALSAMO, M. et al. Meiofauna of the Adriatic Sea: present knowledge and future perspectives. *ChemistryandEcology*. v. 26, S1, p. 45-63, 2010.
- BARRADAS, J. I., AMARAL, F. D., HERNÁNDEZ, M. I. M., MONTES, M. D. J. F., & STEINER, A. Q. Distribuição espacial de macrorganismos benthic em apartamentos de recifes na Praia de Porto de Galinhas (nordeste do Brasil), com foco especial em corais e hidróides calcificados. *Biotemas*, 23(2), 61-67. 2010
- BELTRÃO, M. C. Relação entre indicadores ecológicos da meiofauna de praias

- arenosas e a qualidade visual da paisagem em uma futura área de proteção ambiental numa orla da costa sul brasileira. Dissertação (Mestrado) – UNIVALE, Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, 69 f.; Itajaí – 2018.
- BEZERRA, T. Distribuição espaço-temporal da meiofauna do Istmo de Olinda-PE, com especial referência aos Nematoda livres. 1994.
- BEZERRA, T. N. C.; FONSECA-GENEVOIS, V.; GENEVOIS B. Distribuição horizontal e vertical da meiofauna em uma região tropical intermareal (Istmo de Olinda Pernambuco Brasil). Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernamb., v. 24, p. 249-264, 1996.
- BEZERRA, T. N. C., GENEVOIS, B., & FONSECA-GENEVOIS, V. D. Influência da granulometria na distribuição e adaptação da meiofauna na praia arenosa do Istmo de Olinda-PE. Oecologia Brasiliensis, 3(1). 1997
- BORJA, A., FRANCO, J., & PÉREZ, V. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine pollution bulletin, 40(12), 1100-1114. 2000.
- BROWN, A.C., & MCLACHLAN, A. Aecologia das praias arenosas. Elsevier. 2010.
- BRUNETTI, R.; BAIOCCHI, L.; BELLOT, A.; MASIERO, L. Andamento stagionale e verticale della meiofauna intertidale di cunilitorali veneti. Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia, v. 50, n. 1999, p. 155-169, 2000.
- BUTMAN, C. A. Relações animal-sedimentosrevisitado: Causa versus efeito. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 32:111–177. 1994.
- CALLES, A. K.; DOMINGUÉZ, L.; GUARTATANGA, S.; RUIZ, V.; GONZÁLEZ, K.; GRUNAUER, M. P. C. R & VINCX, M. Interannual variability of the meiobenthos communities from two Ecuadorian sandy beaches (1999-2001). Investigaciones Marinas 30(1):1-5. 2002.
- CARRIÇO, R., ZEPPELLI, D., QUILLIEN, N., & GRALL, J. A meiofauna pode ser um bom indicador biológico dos impactos da eutrofização causada pelas flores macroalgas verdes. Um aod. Les Cahiersnaturalistes de l'Observatoiremarin, 2, 9-16. 2013.
- CARVALHO, I. B.; FONSECA-GENEVOIS, V. G.; GENEVOIS, B. Heterogeneidade espaço-temporal da meiofauna na baía de Tamandaré-Pernambuco, Brasil. Biol. Bras., v. 4, n. 1, p. 43-56, 1992.
- CASTRO, F. J. V.; FONSECA-GENEVOIS, V. ; MACEDO, S. J.; RODRIGUES, A. C. L.; SANTOS, G. A. Impacto dos processos morfodinâmicos sobre a meiofauna da

- restinga do Paiva – PE. Brasil. Recife: UFPE, 1998, 70 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia, UFPE, 1998.
- CASTRO, P., & HUBER, M. E. Biologia marinha. AMGH Editora. 2012.
- CHADDAD, P. A. S. Estrutura e distribuição espacial das comunidades meiofaunísticas e nematofaunísticas presentes na Praia Arenosa de Gaibu - PE. 41. 91f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- CONTI, L. A., DA MOTA, G.T., & BARCELLOS, R. L. Sensoriamento remoto óptico de alta resolução para mapeamento de habitat benthic costeiro: Estudo de caso da Baía de Suape Estuarine, Pernambuco, Brasil. *Ocean & coastal management*, 193, 105205.2020
- COULL, B. C. Ecology of the Marine Meiofauna. In R.P. Higgins, & H. Thiel, (eds). In: Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Inst. Press. Washington, DC. P.18 - 38. 1988.
- COULL, B. C. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology*, n.24, p.327-343, 1999.
- COULL, B.C., & BELL, S. Perspectives of Marine Meiofaunal Ecology. 1979
- DA CUNHA LANA, P., & BERNARDINO, A. F. (Eds.). Brazilian estuaries: a benthic perspective. Springer. 2018
- DANOVARO, R. Interações de detritus-bactérias-meiofauna em um leito de capim-marinho (*Posidonia oceanica*) do Nw Mediterrâneo. *Biologia Marinha*, 127(1), 1-13. 1996
- DANOVARO, R., SCOPA, M., GAMBI, C., & FRASCHETTI, S. Importância trófica da meiofauna metazoana subtidal: evidências de experimentos *in situ* de exclusão em substratos macios e rochosos. *Biologia Marinha*, 152(2), 339-350. 2007
- DA ROCHA, C. M. C. Efeito do substrato fital na comunidade meiofaunística associada, com ênfase ao Nematofauna livres. 2003
- DEAN, R. G. Modelos heurísticos de transporte de areia na zona de surfe. Na Primeira Conferência Australiana de Engenharia Costeira, 1973: Engenharia Dinâmica da Zona Costeira (pp. 215-221). Sydney, NSW: Instituição de Engenheiros, Austrália. 1973.
- DEFEO, O., & MCLACHLAN, A. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine ecology progress series*, 295, 1-20. 2005.

- DEFEO, O., & MCLACHLAN, A. Padrões globais na macrofauna da praia arenosa: riqueza de espécies, abundância, biomassa e tamanho do corpo. *Geomorfologia*, 199, 106-114. 2013.
- DUGAN, J. E., DEFEO, O., JARAMILLO, E., JONES, A. R., LASTRA, M., NEL, R., ... & SCHOEMAN, D. S. Dê aos ecossistemas de praia seu dia ao sol. *Ciência*, 329(5996), 1146-1146. 2010
- ESTEVES, A.M.; FONSECA-GENEVOIS, V. Microdistribuição da meiofauna na Coroa do Avião, Pernambuco Brasil, com referência especial à utilização de análise de autocorrelação espacial. *Arq. Biol. Tecnol.*, v.40, n.1, p.89-95, 1997.
- FÔNSECA-GENOVOIS, V.; ALMEIDA, T. C. M.; COUTINHO, R.; SILVA, F. F. Efeito de um banco de *Sargassumfurcatum*Kuetzing sobre a meiofauna no infralitoral da Ilha do Cabo Frio – Rio de Janeiro – Brasil, *Acta Biol. Leop.*, v. 20, p. 187-199, 1998.
- FRANÇOIS, R., MASCART, T., DE TROCH, M., MICHEL, L. N., & GILLES, L. Transferência de matéria orgânica seagrass em *Posidonia oceanica* macrophytodetritus acúmulos. *Estuarino, Coastal and Shelf Science*, 212, 73-79. 2018.
- GALLAGHER, E.D., JUMARS, P. A., & TRUEBLOOD, D.D. Facilitação da sucessão benthic de fundo macio por construtores de tubos. *Ecologia*, 64(5), 1200-1216.1983.
- GEE, J. M. Na ecological and economy review of meiofauna as food for fish. *Zool. J. Linn. Soc.*, v. 96, p. 243-261, 1989.
- GIERE, O. *Meiobenthology – The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer Verlag., p.327, 2009.
- GOMES, T. P., & ROSA FILHO, J. S. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). *Iheringia. Série Zoologia*, 99, 210-216. 2009.
- GÓRSKA, B., GRZELAK, K., KOTWICKI, L., HASEMANN, C., SCHEWE, I., SOLTWEDEL, T., & WŁODARSKA-KOWALCZUK, M. Variações batimétricas nos padrões de distribuição vertical da meiofauna nos sedimentos superficiais do oceano ártico profundo (HAUSGARTEN, estreito de Fram). *Pesquisa em Águas Profundas Parte I: Trabalhos de Pesquisa Oceanográfica*, 91, 36-49. 2014
- GRALL, J., & GLÉMAREC, M. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 43-53. 1997.
- GUIDI-GUILVARD, L. D., GASPARINI, S., & LEMÉE, R. The negative impact of

- Ostreopsis cf. ovata on phytaal meiofauna from the coastal NW Mediterranean. Cryptogamie, Algologie, 33(2), 121-128. 2012.
- GUILHERME, BC, SILVA, GB, EL-DEIR, ACA E SANTOS, PJP. Meiofauna associada ao tubo de Diopatra cuprea Bosc 1902 (Polychaeta: Onuphidae). Revista Brasileira de Zoologia 5, 37-52. 2011.
- HARRIAGUE, A.C., GAOZZA, L., MONTELLA, A., & MISIC, C. Comunidades beníticas em uma praia liguriana arenosa (NW Mediterrâneo). Hidrobiologia, 571(1), 383-394. 2006.
- HEILSKOV, A. C., & HOLMER, M. Effects of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediments: importance of size and abundance. ICES Journal of Marine Science, 58(2), 427-434. 2001.
- HEIP, C., WARWICK, R. M., CARR, M. R., HERMAN, P. M. J., HUYS, R., SMOL, N; HOLSBEKE, K. Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierfjord/Langesundfjord. Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 46, p. 171-180, 1988.
- HEIP, C.; VINCX, M.; VRANKEN, G. The ecology of marine nematodes. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Ver., v 23, p. 339-489, 1985.
- HERMAN, P. M. J. & HEIP, C. On the Use of Meiofauna in Ecological Monitoring: Who needs taxonomy? Mar. Poll. Bull. 19 (12):665-668 p. 1988.
- HICKS, GRF & COULL, BC. A ecologia de copépodes harpacticoid marinhos meiobenthic. Oceanogr. mar. Biol. uma. Rev., 23:399-489. 1983.
- JOINT, I. R., GEE, J. M., & WARWICK, R. M. Determination of fine-scale vertical distribution of microbes and meiofauna in an intertidal sediment. *Marine Biology*, 72(2), 157-164. 1982
- KOTWICKI, L., TROCH, M. D., URBAN-MALINGA, B., GHESKIERE, T., & WĘSLAWSKI, J. M. Horizontal and vertical distribution of meiofauna on sandy beaches of the North Sea (The Netherlands, Belgium, France). Helgoland Marine Research, 59(4), 255-264. 2005.
- KRISTENSEN, E., ANDERSEN, F. Ø., & BLACKBURN, T. H. Efeitos da macrofauna benthic e temperatura na degradação do detrito macroalgal: o destino do carbono orgânico. Limnologia e Oceanografia, 37(7), 1404-1419. 1992.
- LAMPADARIOU, N., AUSTEN, M., ROBERTSON, N; VLACHONIS, G. Analysis of meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Iraklion Harbour, Greece. Vie et Milieu, v. 47, p.9-24, 1997.
- LEVINTON, J. *Marine Biology. Function, biodiversity, ecology*. 3rd Ed. Oxford University

- Press. Oxford. 523p. 2009.
- LOMSTEIN, B. A., BLACKBURN, T. H., & HENRIKSEN, K. Aspects of nitrogen and carbon cycling in the northern Bering Shelf sediment. I. The significance of urea turnover in the mineralization of NH_4^+ . *Marine EcologyProgress Series*, 237-247. 1989.
- MARANHÃO, G. M. B., FONSECA-GENEVOIS, V., & PASSAVANTE, J. Z. D. O. Meiofauna da área recifal da Baía de Tamandaré (Pernambuco, Brasil). *Trop. Oceanog. UFPE*, 28, 47-59. 2000.
- MCARDLE, S.B., & MCLACHLAN, A. Ecologia de praia de areia: características de lavagem relevantes para a macrofauna. *Jornal de pesquisa costeira*, 398-407. 1992.
- MCINTYRE, A.D. Ecologia de meiobenthos marinhos. *Revisões Biológicas*, 44(2), 245-288. 1969.
- MCLACHLAN, A. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple system. *South Afric. J. Sci.* 76:137-138. 1980
- MCLACHLAN, A., & DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 674-687. 2005.
- MCLACHLAN, A., & ERASMUS, T. (Eds.). (2013). *Sandy Beaches as Ecosystems: Based on the Proceedings of the First International Symposium on Sandy Beaches, Held in Port Elizabeth, South Africa, 17–21 January 1983 (Vol. 19)*. Springer Science & Business Media. 2013.
- MCLACHLAN, A., DEFEO, O., SHORT, A.D. Caracterizando praias de areia em grandes tipos e estados: implicações para ecologistas e gestores. *Estuar, o que está com o Estuar. Costa. Prateleira Sci.* 215, 152. 2018
- MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press, 2018
- MCLACHLAN, A.; TURNER, I. The interstitial environment of Sandy beaches. *Mar. Ecol.*, v. 15, n. 3/4. p. 177-211. 1994.
- MAGUIRE, G.S., MILLER, K.K., WESTON, M. A., & YOUNG, K. Estar ao lado do litoral: Uso da praia e preferências entre os moradores costeiros do sudeste da Austrália. *Ocean & Coastal Management*, 54(10), 781-788. 2011
- MASCART, T., AGUSTO, L., LEPOINT, G., REMY, F., & DE TROCH, M. Como os copépodes sharpacticoides colonizam folhas de capim-marinho desextais? *Biologia Marinha*, 162, 929- 943. 2015.
- MEDEIROS, L. R. Meiofauna de Praia Arenosa da Ilha de Anchieta, São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 388 pp. 1989.
- NDARO, S. G. M.; SJOLING, S. & OLAFSSON, E. Small-scale variation in major

- meiofaunal taxa and sediment chemistry in tropical sediments. Ambio 24:470-474. 1995.
- NORDSTROM, K. F. Praias e dunas de litoral desenvolvido. Cambridge University Press. 2004
- OLIVEIRA, D. C. D. S. Estrutura da comunidade da meiofauna de Praia Formosa em Cabedelo-PB. 2020.
- PALMER, M. A.; MOLLOY, R. M. Water flowand the vertical distribution of meiofauna: a flume experiment. Estuaries, v. 9, p. 225-228, 1986.
- PALMER, M.A. Invertebrate drift: behavioral experiments with intertidalmeiobenthos. Mar. Beh. Physiol., v. 10, p. 235-253, 1984.
- PEARSON, T. H, ROSENBERG, R. Macrofaunal succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev. 16: 229-311. 1978.
- PINTO, T. K. D. O., & BEMVENUTI, C. E. Effects of burrowing macrofauna on meiofauna community structure. 2003.
- PINTO, T. K. O.; SANTOS, P. J. P. Meiofauna community variation in a Brazilian tropical sandy beach. Atlântica, v. 28, n. 2, p. 117-127, 2006.
- POLLOCK, L. W. Ecology of intertidal meiobenthos. Smithsonian Contributions to Zoology, 76: 141-148. 1971.
- RAFAELLI, D.& HAWKINS, S. Intertidal ecology. London, Chapman & Hall. 356p. 1996.
- PUSCEDDU, A., FRASCHETTI, S., SCOPA, M., RIZZO, L., & DANOVARO, R. Comunidades de meiofauna, diversidade de nematoides e taxas de degradação C em capim-marinho (*Posidonia oceanica* L.) e sedimentos não-loadados invadidos pelas algas *Caulerpa cylindracea* (Sonder). Pesquisa Ambiental Marinha, 119, 88- 99. 2016
- REMANE A. Verteilung und organization der benthonischenmikrofauna der KielerBucht. WissenschaftlicheMeeresuntersuchungen 21:161-221. 1993.
- ROCHA, C. M. C. Meiofauna da margem da ilha de Itamaracá (PE), com especial referências aos Tardigrada. Recife. 264 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Mestrado em Oceanografia Biológica. 1991.
- RODRIGUES, A. C. L. Variação espacial da meiofauna com ênfase na nematofauna na Bacia do Pina, Pernambuco – Brasil. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Centro de Ciências Biológicas – Departamento de Zoologia – UFPE. Recife, 2002.

- RODRÍGUEZ, M. C. B., & BABÍO, C. R. (2002). La fauna intersticial. In Galicia: Naturaleza (pp. 282-303). Hércules de Ediciones. 2002.
- ROSA FILHO, J. S., ALMEIDA, M. D., & AVIZ, D. E. Mudanças espaciais e temporais na fauna benthic de uma praia de areia amazônica macrotidal, Ajuruteua, Brasil. *Journal of Coastal Research*, 56(Especial), 1796-1780. 2009
- RUDNICK, D. T.; ELMGREN, R.; FRITHSEN, J. B. Meiofaunal prominence andbenthic seasonality in a coastal marine ecosystem. *Oecologia*, v. 67, n. 2, 1985.
- RUNDELL, R. J., & LEANDER, B. S. (2010). Mestres da miniaturização: Evolução convergente entre eucariotes intersticiais. *BioEssays*, 32, 430- 437.
- SANTOS, T. M. T., & VENEKEY, V. Meiofauna e nematoides de vida livre em areias vulcânicas de um remoto Atlântico Sul, ilha oceânica (Trindade, Brasil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(8), 1919-1934. 2018.
- SANTOS, J. N., GOMES, R. D. S., VASCONCELLOS, R. M., DE SOUZA SILVA, D., & ARAÚJO, F. G. Efeitos da morfodinâmica e gradientes físicos em toda a costa na macroinfauna benthic em duas praias arenosas no sudeste do Brasil. *Revista da Associação Biológica Marinha do Reino Unido*, 94(4), 671-680.2014
- SCHLACHER, T. A., DUGAN, J., SCHOE MAN, D.S., LASTRA, M., JONES, A., SCAPINI, F., ... & DEFEO, O. Praias de areia à beira do abismo. Diversidade e Distribuições, 13(5), 556-560. 2007.
- SCHMIDT-RHAESA, A. (Ed.). Guia para identificação de meiofauna marinha. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 2020.
- SEMPRUCCI, F., FACCA, C., FERRIGNO, F., BALSAMO, M., SFRISO, A., & SANDULLI, R. Fatores bióticos e abióticos que afetam a distribuição sazonal e espacial de meiofauna e macrofitobenthos em águas costeiras transitórias. *Estuarino, Coastal and Shelf Science*, 219, 328-340. 2019.
- SCHLACHER, T. A., SCHOE MAN, D.S., LASTRA, M., JONES, A., DUGAN, J., SCAPINI, F., & MCLACHLAN, A. Ecossistemas negligenciados suportam o peso da mudança. 2006
- SENA, L. F. V. G. Efeitos de um processo de engorda de praia sobre a comunidade meiofaunística da zona entre-marés da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes-PE) (Bachelor's thesis, Brasil). 2018.
- SHORT, A.D., & WRIGHT, L. D. Variabilidade física das praias arenosas. Nas praias de Areia como ecossistemas (pp. 133-144). Springer, Dordrecht.1983.
- SILVA, A. P. C.; SANTOS, P. J. P. Efeito da maré na distribuição vertical da meiofauna

- e de copepodaharpacticoida na praia arenosa de Maracaípe (Pernambuco, Brasil). 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- SILVA, G. S. Prospecção do meiobentosmediolitorâneo da baía de Tamandaré,litoral sul de Pernambuco, com especial ênfase aos Acari. Recife, 1997 110f.Dissertação (Mestrado). Mestrado em Oceanografia Biológica da UFPE. SNELGROVE, P. V. A biodiversidade dos organismos macrofaunais em sedimentos marinhos. *Biodiversidade & Conservação*, 7(9), 1123-1132. 1998.
- SNELGROVE, P. V. R. Aprimoramento hidrodinâmico de inver-assentamento larval tebrate em ambientes microdepositionais: experimentos de bandeja de colonização em um habitat lamacento. *J. Exp. Mar.Biol. Ecol.*176:149–166. 1993.
- SOUZA-SANTOS, L. P. S.; CASTEL, J.; SANTOS, P. Feeding rate cycle of the epibenthic harpacticoid copepod *harpacticus flexus*: laboratory experiments using fecal pellets counts. *Vie et Milieu.*, v. 45, n. 1, p. 75-83, 1995.
- SOUZA-SANTOS, L. P., RIBEIRO, V. S. S., SANTOS, P. J. P., & FONSECA-GENEVOIS, V. Seasonality of intertidal meiofauna on a tropical sandy beach in Tamandaré Bay (Northeast Brazil). *Journal of Coastal Research*, 369-377. 2003
- SWEDMARK, Bertil. The interstitial fauna of marine sand. *Biological Reviews*, v. 39, n. 1, p. 1-42, 1964.
- THRUSH, S. F., HEWITT, J. E., NORKKO, A., NICHOLLS, P. E., FUNNELL, G. A., & ELLIS, J. I. Mudança de habitat nos estuários: prever respostas em larga escala da macrofauna intertidal ao teor de lama de sedimentos. *Série de Progresso da Ecologia Marinha*, 263, 101-112. 2003.
- TITA, G.; DESROSIERS, G.; VINCX, M.; NOZAIS, C.Predation and sediment disturbance effects of the intertidal polychaete *Nereisvirens* (Sars) on associated meiofauna assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 243, p. 261-282, 2000.
- VANAVERBEKE, J., MERCKX, B., DEGRAER, S., & VINCX, M. Padrões de distribuição relacionados a sedimentos de nematoides e macrofauna: dois lados da moeda benthic? *Pesquisa Ambiental Marinha*, 71(1), 31-40. 2011.
- VENEKEY, V. Microhabitat preferences in salt-marshnematodes: isattractiontowards bactéria importante? 2002. 38f, Mestrado em Nematologia. Universidade de Gent. Bélgica. Gent, 2002.
- VENEKEY, V., DA FONSECA GENEVOIS, V. G., DA ROCHA, C. M. C., & DOS

- SANTOS, P. J. P. Distribuição espaço-temporal da meiofauna em sargassum *Polyceratium montagne* (fucales, sargassaceae) de um costão rochoso do nordeste do Brasil. *Atlântica* (Rio Grande), 30(1), 53-67. 2008.
- VENEKEY, V., SANTOS, P. J. P. D., & FONSECA-GENEVOIS, V. G. D. A influência dos ciclos de marés e chuvas em nematoides intertidal: um estudo de caso em uma praia de areia tropical. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 62, 247-256. 2014
- WAKABARA, Y., TARARAM, A. S., & FLYNN, M. N. Importance of the macrofauna for the feeding of young fish species from infralittoral of Arrozal: Cananeia lagoon estuarine region (25°02'S-47°56'W)-Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 41, 39-52. 1993.
- WARWICK, R. M., PLATT, H. M., CLARKE, K.R., AGARD, J., & GOBIN, J. Análise da estrutura comunitária macrobentônica e meiobenthic em relação à poluição e perturbação em Hamilton Harbour, Bermudas. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 138(1-2), 119-142. 1990.
- WEISBERG, S. B., RANASINGHE, J. A., DAUER, D.M., SCHAFFNER, L. C., DIAZ, R. J., & FRITHSEN, J. B. Um índice estuarino de integridade biótica (B-IBI) para a Baía de Chesapeake. *Estuários*, 20(1), 149-158. 1997.
- WOODIN, S. A. Padrões de abundância de polichaete em um ambiente de sedimentos macios marinhos: a importância das interações biológicas. *Monografias Ecológicas*, 44(2), 171-187. 1974.
- ZEPPILLI, D., SARRAZIN, J., LEDUC, D., ARBIZU, P. M., FONTANETO, D., FONTANIER, C., ... & FERNANDES, D. A meiofauna é um bom indicador para as mudanças climáticas e os impactos antropogênicos? *Biodiversidade Marinha*, 45(3), 505-535. 2015.

Capítulo I

MUDANÇAS ESPACIAIS E TEMPORAIS NA MEIOFAUNA
INTERSTICIAL EM UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL



MUDANÇAS ESPACIAIS E TEMPORAIS NA MEIOFAUNA INTERSTICIAL EM UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL

Bruna Oliveira¹; Mário Filho³; Betânia Guilherme^{1,2}

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Sede – Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº, Dois Irmãos – 52171-900 – Recife - Brasil

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Sede – Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº, Dois Irmãos – 52171-900 – Recife - Brasil

3 Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Sede – Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº, Dois Irmãos – 52171-900 – Recife - Brasil

* Autor correspondente: brrodriguesf.o@gmail.com

RESUMO

Praias arenosas possuem alta biodiversidade e constituem um dos ambientes de maior extensão ao longo do litoral brasileiro. A meiofauna é formada por organismos metazoários invertebrados medindo entre 0,044-0,5 mm. As coletas foram realizadas na praia do Cupe/PE com a delimitação de dois transectos perpendiculares à linha d'água e equidistantes em 100 metros. Em cada transecto foram estabelecidos quatro pontos: mediolitoral superior (MS), médio (MM) e inferior (MI) e infralitoral (I). Foram coletadas três réplicas com um testemunhador cilíndrico de PVC tipo "corer" com 9,6 cm de área interna, foi extraído o material sedimentar para análise biológica e parâmetros granulométricos. Especificamente, as amostras do material biológico foram adicionadas em potes plásticos com formol salino preparado a 4%. Em laboratório foram lavadas através de duas peneiras geológicas sobrepostas, com intervalos de malha de 500 µm e 45 µm. Posteriormente, foram triadas em placas de Dolfuss sob estereomicroscópio, para triagem e identificação dos organismos meiofaunais. A meiofauna foi composta por 11 taxa: Nematoda, Copepoda, Acoela, Polychaeta, Oligochaeta, Turbellaria, Acari, Gastrotricha, Ostracoda, Nemertea, Tardigrada e Amphipoda. Os Nematoda apresentaram as maiores abundâncias e densidades. A densidade média total variou, sendo maior no período chuvoso (julho e agosto) e menor no período seco (setembro e novembro). As zonações do mediolitoral médio e o infralitoral destacaram-se pelas maiores densidades de organismos. O resultado da PERMANOVA confirmou diferenças significativas na comunidade da meiofauna entre meses, transectos e zonações, o que também foi visualizado nas figuras do nMDS, confirmando a hipótese: b) As flutuações de densidade da meiofauna variam de acordo com a distribuição espaço-temporal. Dentre as variáveis abióticas testadas o tamanho médio do grão foi que se destacou tendo uma influência de 68% sobre a comunidade da meiofauna, confirmando a hipótese: a) A distribuição espaço-temporal dos grandes grupos da meiofauna varia em função da granulometria.

KEYWORDS: SEASONALITY, BENTIC COMMUNITY, COASTAL ENVIRONMENTS, MONITORING.

INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ecossistemas que ocorrem em uma extensa quantidade de ambientes, desde praias de mar aberto de alta energia até planícies de areia estuarinas abrigadas (McLachlan e Defeo, 2018). Estes ambientes formam sistemas de alta instabilidade ambiental sujeitos a variações energéticas produzidas por processos eólicos, biológicos e hidráulicos (Short, 2003). Devido a essas instabilidades, durante muito tempo esses ambientes foram considerados desertos biológicos (McLachlan e Defeo, 2018), no entanto em anos recentes foi demonstrado que a praia arenosa é o habitat de fundo mole mais dinâmico e possui recursos biológicos abundantes (De Ruyche Hacking, 1996; McLachlan e Brown, 2010).

Os animais bentônicos, nestes ecossistemas, são considerados uma ferramenta mais eficaz para avaliar as variações ambientais do habitat (Coull e Chandler, 1992; Giere, 2009), visto que permanecem no local e estão sujeitos a diferentes distúrbios ambientais e reagem a estes sinergicamente (Cibic et al., 2008).

O termo meiofauna é utilizado para designar organismos bentônicos de tamanho corporal específico, entre 0,044 mm e 0,5 mm, sendo capazes de ficarem retidos em peneiras de 500-44 µm durante um processo de extração (Giere, 2009).

A meiofauna, representada por quase todos os filos de invertebrados, é uma das mais importantes associações biológicas de praias arenosas, integrando a dieta alimentar de diversas espécies, de macroinvertebrados a peixes, e participando nos processos de biomíneralização da matéria orgânica (Coull, 1988; Giere, 2009; Schmidt-Rhaesa, 2020).

Os grupos de organismos que compõem a meiofauna, apesar de serem heterogêneos e apresentarem diferentes organizações corporais, desenvolveram adaptações que permitiram sua integração ao ambiente intersticial, como: possuírem corpo delgado e vermiforme; parede do corpo reforçada por cutícula, espinhos ou escamas; presença de órgãos adesivos; variadas formas de alimentação e locomoção e produção restrita de gametas (Giere, 2009; Schmidt-Rhaesa, 2020). Outras características importantes na meiofauna são a rapidez do ciclo de vida e grande número de gerações ao ano (Giere, 2009). Portanto, a meiofauna apresenta um tempo de resposta mais curto e quaisquer perturbações são detectáveis em razão da taxa de renovação rápida e falta de dispersão larval (Sun, X., et al., 2014). Em consequência, a abundância da meiofauna é mais sensível e geralmente serve como um indicador de mudanças ambientais (Zeppilli et al., 2015).

Nos ambientes de praia a distribuição da meiofauna está condicionada a diferentes escalas espaciais e temporais. Espacialmente, verifica-se agregação horizontal e vertical, sendo a granulometria do sedimento, salinidade da água, tensão de oxigênio, composição química da água intersticial e disponibilidade de alimento citadas como as principais características ambientais geradoras desse padrão (GIERE, 2009). Temporamente, a variabilidade da meiofauna se dá em pequenas, médias e longas escalas, como: o ciclo e mudanças de temperatura; estações das marés e mudanças na umidade no sedimento; e base diária do ano, respectivamente (McLachlaneBrown, 2010).

Os fatores físicos como mudanças na estrutura do sedimento, temperatura e salinidade estão diretamente ligados à distribuição temporal da meiofauna (Bouvy e Soye, 1989). Portanto, entende-se que as condições geomorfológicas e hidrológicas do ambiente, sobretudo, estão associadas à importância tanto na determinação das interações quanto na distribuição populacional da meiofauna (Carvalho Filho, 2019). As características físicas do sedimento são de grande importância na estruturação das comunidades bentônicas (McLachlan, 1996). De acordo com vários autores (Coull, 1988, McLachlane Turner, 1994; Giere, 2009), os fatores mais relevantes no que diz respeito às condições estruturais, espaciais, químicas e físicas dos sedimentos são: o tamanho dos grãos e o grau de seleção do sedimento, e estes parâmetros por sua vez estão intrinsecamente ligados ao habitat da meiofauna.

Neste contexto, considerando a atuação da meiofauna nas praias arenosas em resposta as suas variáveis ambientais e as relações ecológicas, este estudo busca investigar a distribuição dos taxa em uma praia arenosa com característica intermediária, e reconhecer se o fator granulometria é o principal responsável pelas flutuações de densidade e estabelecimento da comunidade. Para alcançar este objetivo, partimos da seguinte pergunta: Como os tamanhos diferentes do grão podem alterar na distribuição espaço-temporal da meiofauna em praias arenosas? Além de testar as seguintes hipóteses: a) A distribuição espaço-temporal dos grandes grupos da meiofauna varia em função da granulometria b) As flutuações de densidade da meiofauna variam de acordo a distribuição espaço-temporal.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na praia arenosa do Cupe, situada no litoral sul do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil, a 57 Km da Capital Recife), nas coordenadas $8^{\circ} 25' 10'' - 8^{\circ} 25' 20''$ S e $34^{\circ} 55' 00''$ W, ficando entre as praias de Muro alto e Porto de Galinhas. A praia do Cupe possui uma orla de 4,5km, de extensão e segundo a classificação morfodinâmica, é descrita como uma praia intermediária, com sedimento médio e um elevado grau de exposição à energia das ondas (Mallman et al., 2014).

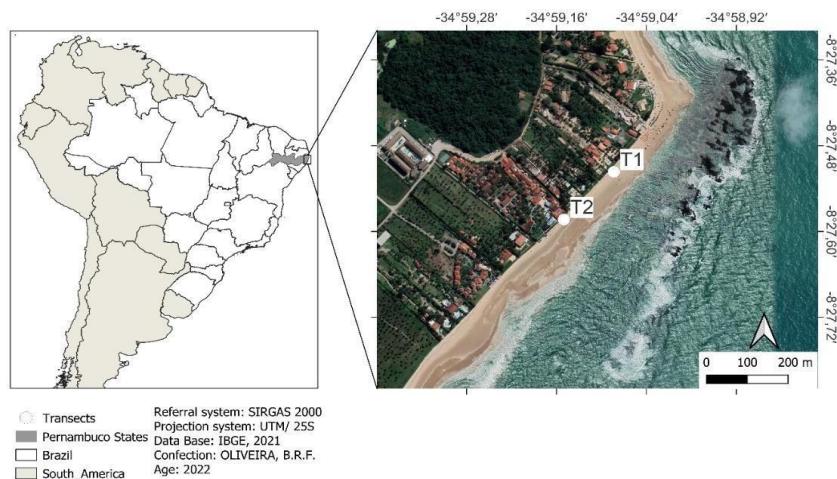
O clima da região é caracterizado como AS' (pseudo-tropical), quente e úmido, sem muitas diferenças de temperatura, de acordo com o sistema Kopper-Geiger. Apresenta uma estação seca, que vai dos meses de setembro a fevereiro, e uma chuvosa, nos meses de março a agosto (Koenig et al., 2003). Os índices de pluviometria anual são 1800 a 2100 mm, de acordo com o INMET. Nos meses de maio a julho são vistos, geralmente, os maiores índices de precipitação, enquanto nos meses de outubro a dezembro são vistos os menores índices.

O registro de maré é caracterizado como mesomaré semidiurna, com uma amplitude média de sizigia de 2,0 m e de quadratura de 0,7 m (Manso et.al, 2003). As ondas de direção E-SE, associadas a ventos de mesma direção, têm altura média de 1 a 1,5 m e períodos de 5 a 7 s e dominam ao longo do ano todo. A temperatura da água circunvizinha da região costeira do município de Ipojuca tem uma pequenavariação, alternando entre 27° e 28° , que se mantém, praticamente, uniforme até 50 metros de profundidade. No que diz respeito a salinidade, ela varia de 28,88 no período chuvoso a 37,16 no período seco (Manso et.al, 2003).

Procedimentos de campo e laboratório

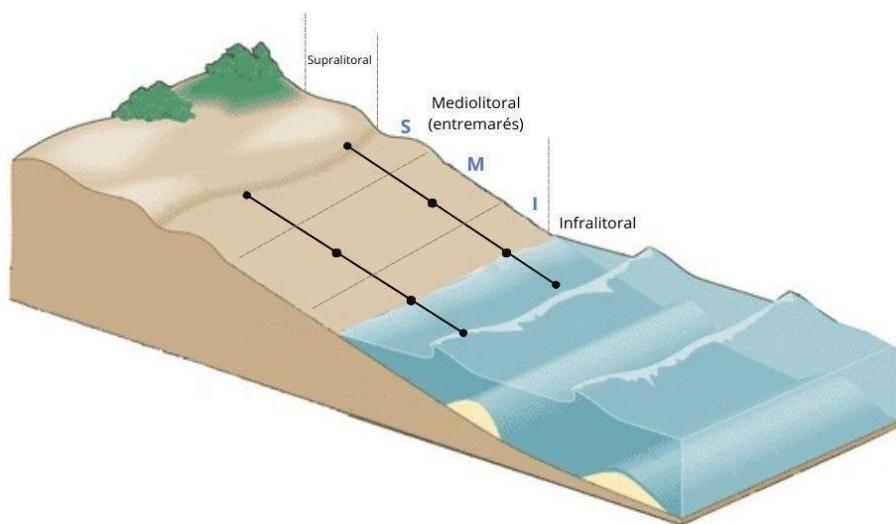
As coletas do material biosedimentológico e granulométrico na praia do Cupe foram realizadas em duas estações do ano: chuvosa (julho e agosto de 2020); e seca (setembro e novembro de 2020), durante a baixa-mar. Foram definidos dois transectos perpendiculares à linha d'água e equidistantes em 100 metros (T1 e T2), seguindo o número de transectos descritos para estudos de monitoramento (Gueller; Corbisier, 2022) para minimizar o esforço amostral na pesquisa (Figura 1).

Figura 1: Mapa da área de estudo indicando a localização dos transectos definidos para as coletas na praia do Cupe: Transecto 1 (T1) e Transecto (2).



Em cada transecto foram estabelecidos quatro pontos de coleta sendo delimitados três na porção mediolitoral (Superior, Médio e Inferior) e um no Infralitoral raso, seguindo a metodologia de Maria et al., (2015) com modificações (Figura 2).

Figura 2: Desenho amostral para coleta da meiofauna bentônica nos níveis superior (S), médio (M) e inferior (I), da região entre marés e infralitoral. (Fonte: Adaptado de Maria et.al, 2015)

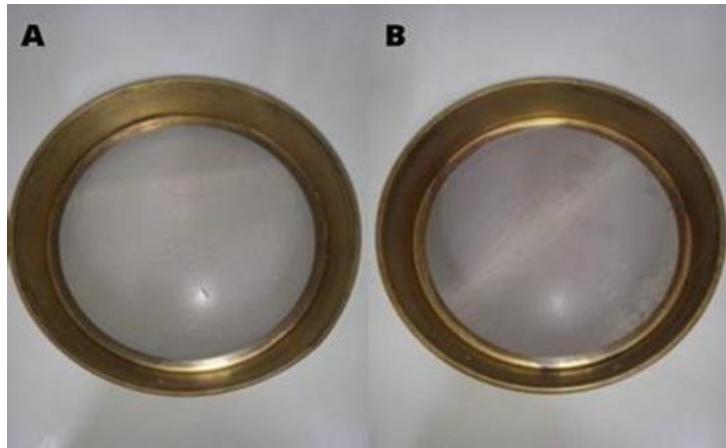


Para a coleta das réplicas biosedimentológicas utilizou-se um amostrador cilíndrico de PVC tipo "corer" com 9,6 cm de área interna, enterrado a 5 cm de profundidade no sedimento, seguindo a metodologia de Hullings; Gray (1976). Em cada zonação foram coletadas três réplicas, totalizando 24 amostras em cada coleta. As amostras foram então acondicionadas em potes plásticos, conservadas com solução salina de formol a 4% (Maria et al., 2015) e adequadamente identificadas com etiqueta.

Quanto à amostragem do material granulométrico foi utilizado a mesma metodologia descrita acima para meiofauna, porém sem adição de formol. Em cada zonação foram coletadas três réplicas, totalizando 24 amostras por coleta, sendo posteriormente armazenadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e levadas ao laboratório onde foram acondicionadas em um freezer para preservação. A medição da temperatura foi realizada com um termômetro e da salinidade com um refratômetro, em cada zonação. Dados dos índices pluviométricos dos meses de julho, agosto, setembro e novembro foram obtidos no site do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA).

Em laboratório a meiofauna foi extraída utilizando-se a técnica de elutrião, seguindo a metodologia de Boisseau (1957), que consistia em centrifugações manuais em um Becker de 1.000 ml e lavagens sucessivas com água corrente, sob baixa pressão. O sobrenadante foi vertido para um jogo de peneiras geológicas sobrepostas entre si, com intervalos de malha de 500 µm e 45 µm de abertura (figura 3).

Figura 3: Peneiras geológicas com diferentes aberturas de malhas, utilizadas para a extração da meiofauna. A- 500 µm; B- 45 µm. (Fonte: Arquivo pessoal)



Este procedimento foi repetido dez vezes para cada unidade de amostra. O material retido na peneira de 45 µm foi colocado em um Becker de 1.000 ml, onde sofreu uma nova centrifugação manual, sendo o sobrenadante transferido para uma placa de *Dolffus* e levado ao estereomicroscópio para triagem, identificação e contagem da meiofauna em nível de grandes grupos. Para a identificação dos indivíduos da meiofauna foram utilizadas as pranchas de identificação: Introduction to the Study of Meiofauna (Higgins; Thiel, 1988) e a bibliografia do Guia de Identificação da Meiofauna Marinha (Schmidt-Raeser, 2020).

O processamento das amostras granulométricas foi realizado no Laboratório de Estudos Meiofaunísticos e Socioambientais (LEMS) e no Laboratório de Limnologia da UFRPE. As análises granulométricas foram realizadas de acordo com o método descrito por Suguio (1973), denominado peneiramento a seco, com o objetivo de caracterizar e classificar os sedimentos.

O sedimento coletado para análise granulométrica foi submetido a uma lavagem com água corrente em papel filtro para remoção de sais da amostra. Posteriormente, foi levado à uma estufa com temperatura média de 50°C durante 48h. Após a secagem, pesou-se 100g gramas de cada amostra em balança digital e o material foi levado à um agitador eletromagnético, utilizando uma sequência de seis peneiras geológicas com intervalos de abertura de malha de: 2000µm; 1000µm; 500µm; 250µm; 125µm e 63µm. Após passar 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).

Análise de dados

Para comparar a contribuição de cada grupo taxonômico da meiofauna entre os meses amostrados, calculou-se a densidade e a abundância relativa de cada um. A densidade foi calculada por: Densidade = $X \times 10 / 9,6$, onde "X" é o total de indivíduos na amostra e o resultado foi expresso pelo número de indivíduos por 10cm² (medida internacional utilizada para meiofauna).

A abundância relativa foi calculada a partir da fórmula: Abundância relativa = $N \times 100 / Na$, onde "N" é o número de organismos de cada táxon na amostra e "Na" é o número total de organismos na amostra. A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula: Frequência = $D \times 100 / d$, onde "D" é o número de amostras em que o táxon foi encontrado e "d" é o número total de amostras. Calculada a frequência de ocorrência de cada táxon adotou-se os intervalos aplicados por Bodin (1977), onde: 1- grupos constantes (acima de 75%); 2- grupos muito frequentes (50 a 75%); 3- grupos comuns (25 a 49%) e 4- grupos raros (abaixo de 25%).

A análise granulométrica do sedimento foi feita através do programa GRADISTATv 8.0, calculando-se os parâmetros texturais através das equações de Folk e Ward (1957).

Análises multivariadas foram realizadas para observar diferenças significativas entre comunidades dos dois períodos (seco e chuvoso), entre dois transectos (1 e 2) e entre quatro zonações (MS, MM, MI e INFRA). A priori, os dados foram transformados com raiz quarta e convertidos em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. As matrizes foram utilizadas em uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA).

O design da PERMANOVA seguiu o modelo tri-fatorial onde meses, transectos e zonações da praia foram fatores fixos. Os resultados significativos do PERMANOVA foram então representados usando o escalonamento multidimensional não métrico (nMDS). Para verificar a influência das variáveis ambientais sobre as comunidades de meiofauna foi gerado um DisTLM (Distância Baseada em modelo linear).

Previamente os dados abióticos (granulometria) foram transformados pela função de log ($x + 1$) e utilizou-se a distância euclidiana como matriz de similaridade. Também foi realizada a rotina SIMPER (percentagem de similaridade) para verificar as contribuições de cada *taxa* e a similaridade entre os meses. Para as análises dos dados foram utilizados os programas PRIMER (versão 7.0) e Past 4.03. e o nível de significância adotado em todas as análises foi de 0,05.

RESULTADOS

Parâmetros Abióticos

O acúmulo mensal e semanal foi maior para o período chuvoso, onde julho registrou 213,2 mm e 85 mm e agosto 188,3 mm e 61,5 mm, mensalmente e semanalmente, repectivamente. O período seco apresentou as menores precipitações, setembro com 143,5 mm e 27 mm e novembro com 65 mm de acúmulo mensal e 27 mm de acúmulo semanal (Figura 4). A temperatura do sedimento não apresentou grandes variações, podendo ser visualizado na figura 5, com uma máxima de 27,7 °C e mínima de 27,5 °C no período chuvoso, e no período seco a máxima foi de 28,25 °C e a mínima de 28°C (Figura 5). Os meses de setembro e agosto apresentaram a maiores salinidades, coincidindo com a menor pluviosidade registrada (Figura 6).

Figura 4: Acumulado mensal e semanal (correspondente a uma semana antes da data da coleta) para a pluviometria nos meses de julho, agosto, setembro e novembro de 2020, segundo o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). (Fonte: Elaborado pela Autora).

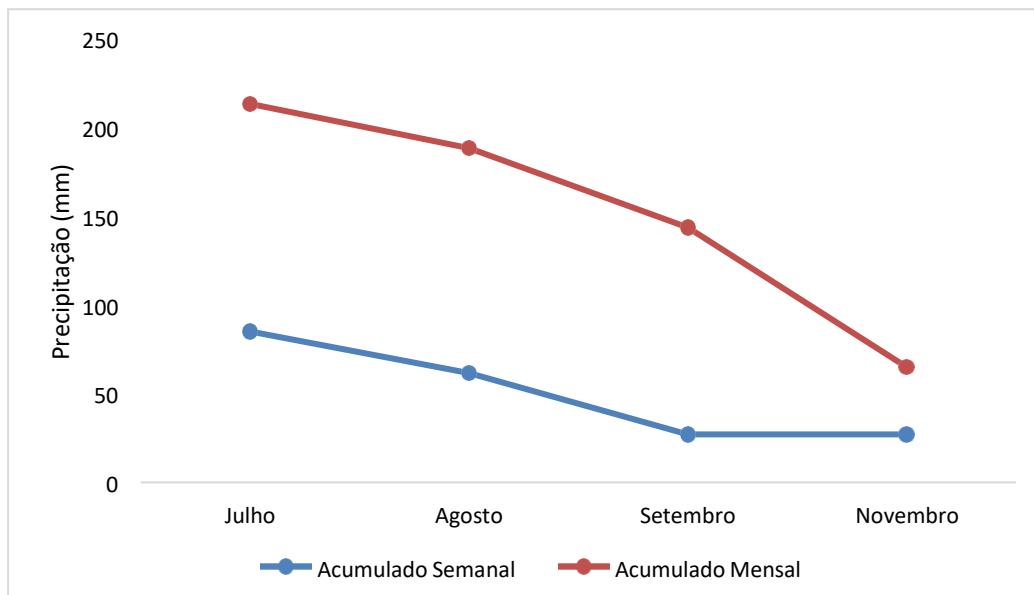


Figura 5: Temperatura do sedimento dos meses estudados nos dois transectos (T1= Transecto 1; T2= Transecto 2). (Fonte: Elaborado pela Autora)

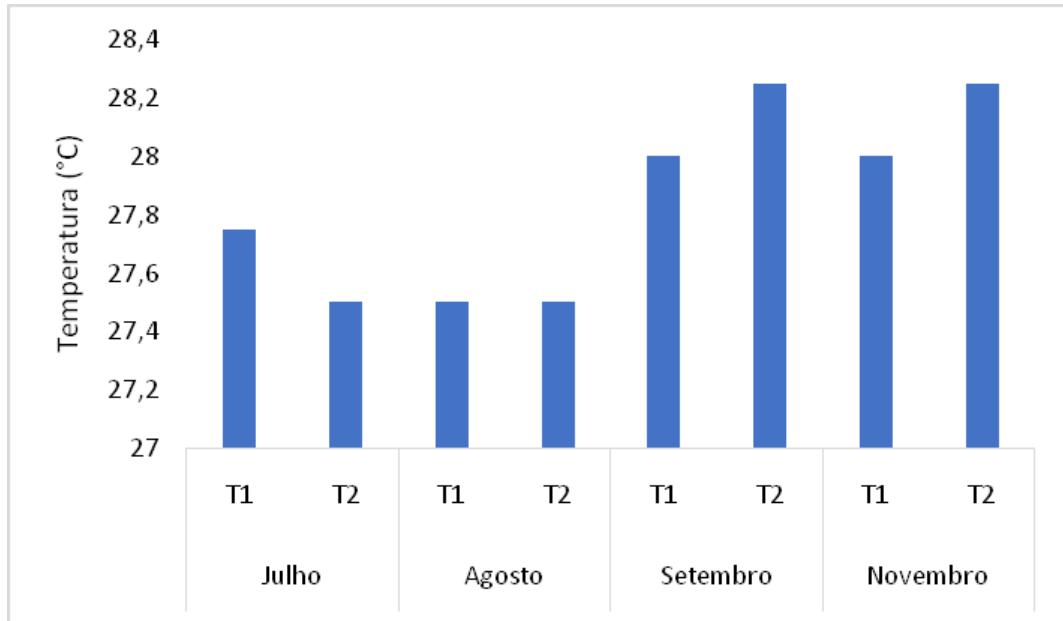
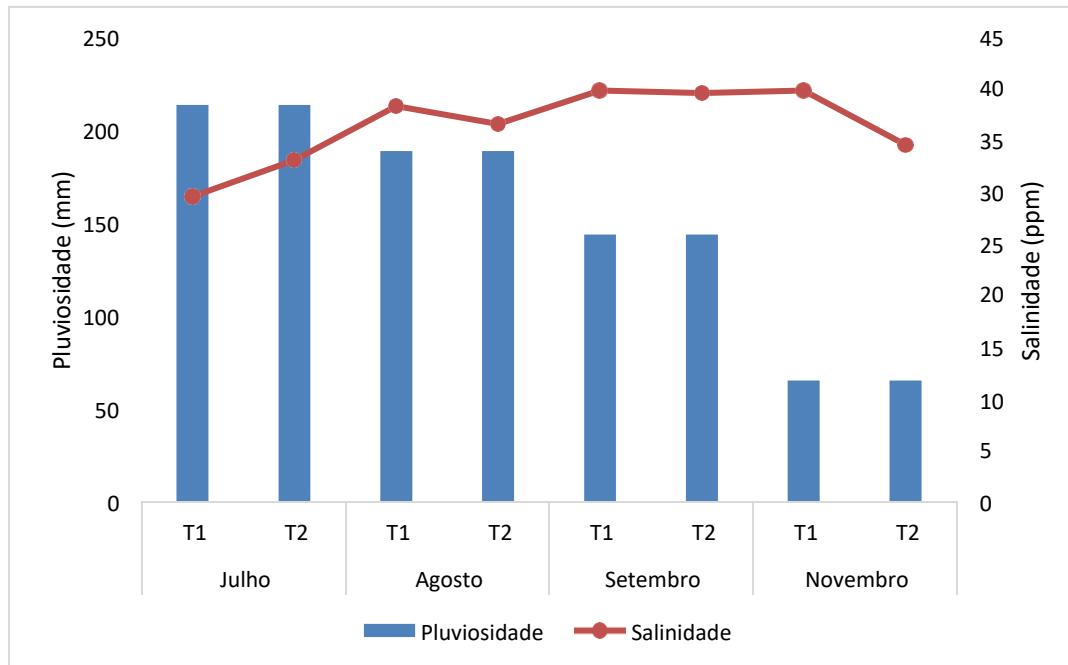


Figura 6: Acumulado mensal e salinidade dos meses amostrados nos dois transectos (T1 e T2) da praia do Cupe. (Fonte: Elaborado pela Autora)



Os meses estudados apresentaram a composição granulométrica variando de areia fina a areia média em todas as zonações estabelecidas. A maior concentração foi de areia fina, a segunda maior concentração foi de areia média, areia grossa teve porcentagens baixas e silte/argila e cascalho não foram identificados nas amostras (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem das feições granulométricas encontradas nas zonações (MS= Médiolitoral superior; MM= Mediolitoral médio; MI= Mediolitoral inferior; INFRA= infralitoral) na Praia do Cupe, nos meses de agosto e novembro. Granulometria – AF= Areia fina, AM=Areia média, AG=Areia grossa. (Fonte: Elaborado pela Autora)

	AGOSTO				NOVEMBRO			
	MS	MM	MI	INFRA	MS	MM	MI	INFRA
AF	49,9%	49%	58%	73%	62,5%	37,6%	50%	55,3%
AM	38,9%	31,7%	25,8%	11,9%	22%	26,2%	18,1%	10,8%
AG	11,2%	15,3%	8,9%	1,5%	11,4%	25,6%	19,7%	19%

Registrarmos que no transecto 1 do mês de agosto, de acordo com o tamanho médio do grão, o sedimento foi classificado como areia fina no Infralitoral (INFRA) e no mediolitoral inferior (MI) e areia média no mediolitoral médio (MM) e no mediolitoral superior (MS). Já no transecto 2, a classificação foi de areia fina em todas as zonações (Tabela 2).

No mês de novembro no transecto 1, o sedimento foi classificado como areia média em todas as zonações e no transecto 2 como areia média no infralitoral (INFRA) e no mediolitoral inferior (MI) e areia fina no mediolitoral superior (MS) e no mediolitoral médio (MM) (Tabela 2). Quanto ao grau de seleção do sedimento, este variou entre bem selecionado, moderadamente selecionado e pobemente selecionado. Os sedimentos do mês de agosto foram quase que predominantemente classificados como moderadamente selecionados, já os sedimentos de novembro em sua maioria como moderadamente selecionados e pobemente selecionados (Tabela 2).

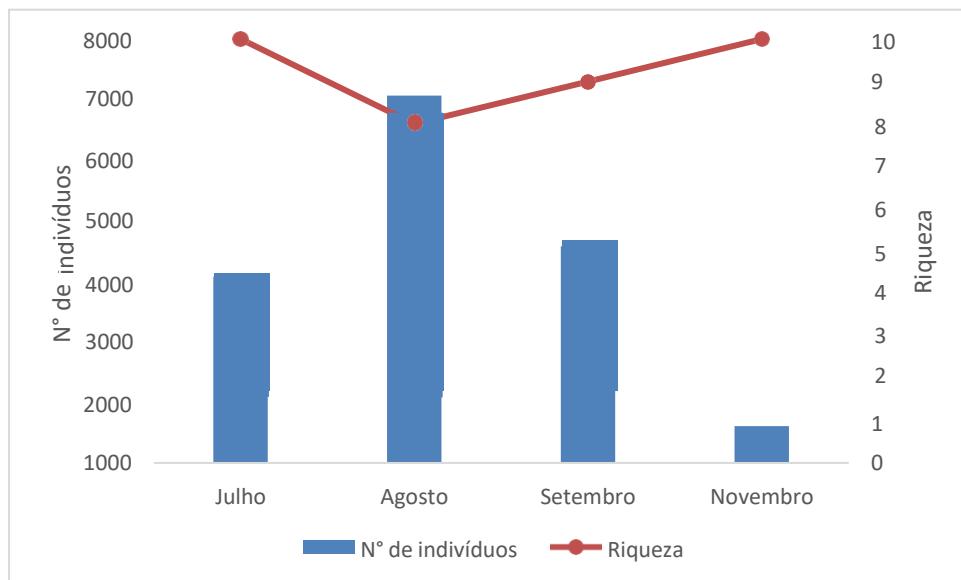
Tabela 2: Parâmetros granulométricos para agosto e novembro – 2020, segundo Folk e Ward (1957). (Fonte: Autora). Legenda das abreviações: MS (Médiolitoral Superior), MM (Médiolitoral Médio), MI (Médiolitoral Inferior), INFRA (Infralitoral).

	Transecto/Zonação		Tamanho médio do grão (μm)	Grau de seleção
Agosto	T1/MS	Valor Classificação	271,1 Areia média	1,751 Moderadamente selecionado
	T1/MM	Valor Classificação	294,1 Areia média	1,825 Moderadamente selecionado
	T1/MI	Valor Classificação	188,6 Areia fina	1,619 Moderadamente selecionado
	T1/INFRA	Valor Classificação	149,7 Areia fina	1,361 Bem selecionado
	T2/MS	Valor Classificação	234,8 Areia fina	0,520 Moderadamente selecionado
	T2/MM	Valor Classificação	243,1 Areia fina	0,610 Moderadamente selecionado
	T2/MI	Valor Classificação	212,1 Areia fina	0,759 Moderadamente selecionado
	T2/INFRA	Valor Classificação	271,9 Areia fina	0,547 Bem selecionado
Novembro	T1/MS	Valor Classificação	264,7 Areia média	1,839 Moderadamente selecionado
	T1/MM	Valor Classificação	443,7 Areia média	2,270 Pobremente selecionado
	T1/MI	Valor Classificação	240,5 Areia fina	2,005 Pobremente selecionado
	T1/INFRA	Valor Classificação	350,8 Areia média	2,1 Pobremente selecionado
	T2/MS	Valor Classificação	177,5 Areia fina	1,338 Bem selecionado
	T2/MM	Valor Classificação	212,1 Areia fina	1,590 Moderadamente selecionado
	T2/MI	Valor Classificação	269,8 Areia média	1,923 Moderadamente selecionado
	T2/INFRA	Valor Classificação	137,6 Areia fina	1,382 Bem selecionado

Meiofauna

Foi encontrado nas amostras da praia do Cupe-PE um total de 17.320 indivíduos pertencentes há 11 grupos taxonômicos, sendo eles: Acari, Acoela, Amphipoda, Copepoda, Gastrotricha, Nematoda, Nemertea, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta e Tardigrada. Os meses de agosto (7065 espécimes) e setembro (4578 espécimes) apresentaram o maior número de indivíduos, enquanto julho (4073) e novembro (1604) apresentaram a menor quantidade de indivíduos. As maiores riquezas de taxa foram registradas nos meses de julho (10) e novembro (10) e as menores em agosto (8) e setembro (9) (Figura 7).

Figura 7: Número de indivíduos e riqueza da meiofauna nos meses estudados (julho, agosto, setembro e novembro). (Fonte: Elaborado pela Autora)



A densidade média total foi maior para o período chuvoso com $3.430,9 \text{ ind.}10\text{cm}^2$ e menor para o período seco com $2.143,8 \text{ ind.}10\text{cm}^2$, destacamos que no período chuvoso a maior densidade foi registrada no mês de agosto ($2.453,1 \text{ ind.}10\text{cm}^2 \pm 1.986,6$) e a menor em julho ($977,8 \text{ ind.}10\text{cm}^2 \pm 899,7$). Enquanto no período seco a maior densidade foi em setembro ($1.589,6 \text{ ind.}10\text{cm}^2 \pm 1.199,4$) e a menor em novembro ($554,2 \text{ ind.}10\text{cm}^2 \pm 227,1$) (Tabela 3).

Tabela 3: Densidade média total ($\text{ind.}10\text{cm}^2 \pm \text{desvio padrão}$) da meiofauna na praia do Cupe nos meses estudados. (Fonte: Elaborado pela Autora)

	Mês	Densidade ($\text{ind.}10\text{cm}^2$)	Desvio padrão
Período chuvoso	Julho	977,8	899,7
	Agosto	2.458,10	1.986,60
Período seco	Setembro	1.589,60	1.199,40
	Novembro	554,2	227,1

Em termos de dominância, dentro do número total de indivíduos nos meses estudados, os Nematoda tiveram a maior densidade média ($2.521,68 \text{ ind.}10\text{cm}^2$) em ambos os meses, seguido de Copepoda ($1.301,8 \text{ ind.}10\text{cm}^2$). Com uma exceção para o mês de novembro, onde os Nematoda permaneceram como o grupo de maior densidade ($262,5 \text{ ind.}10\text{cm}^2$) mas o segundo grupo de maior densidade foi Tardigrada com $233,6 \text{ ind.}10\text{cm}^2$ (Tabela 4).

Tabela 4: Densidade média de indivíduos por 10cm² nos 4 meses de coleta. (Fonte: Elaborado pela Autora)

<i>Taxa</i>	Densidade (ind.10cm²)				
	Julho	Agosto	Setembro	Novembro	Total
Nematoda	418,78	1220,6	619,8	262,5	2.521,68
Copepoda	260,5	569,4	433,7	38,2	1.301,8
Acoela	75,5	352,4	141	49,7	618,6
Oligochaeta	33,5	47,6	28,5	18,1	127,7
Polychaeta	7,7	12,5	41,7	13,5	75,4
Acari	46,7	23,3	279,9	2,1	352
Gastrotricha	87,3	210,4	27,8	8,3	33,8
Tardigrada	41,5	16,7	16	159,4	233,6
Nemertea	0,4	0	0	0	0,4
Amphipoda	0	0	0	0,7	0,7
Ostracoda	5,6	0	1,4	1,7	8,7

Quanto as zonações, o mediolitoral médio (3805,2 ind.10cm²) e infralitoral (8495,8 ind.10cm²) apresentaram as maiores densidades, enquanto que as zonações do mediolitoral superior (3767,7 ind.10cm²) e mediolitoral inferior (2235,4 ind.10cm²) tiveram as menores densidades identificadas (Tabela 5).

Tabela 5: Densidade de indivíduos por 10cm² nas 4 zonações coletadas. Zonações: MS= Mediolitoral Superior, MM= Mediolitoral Médio, MI= Mediolitoral Inferior, INFRA= Infralitoral. (Fonte: Elaborado pela Autora)

Taxa	MS	MM	MI	INFRA	Total ind.10cm²
Nematoda	1302,1	1302,5	672,9	4937,5	8275
Copepoda	799	1285,4	558,3	1830,2	4472,9
Acoela	495,8	322,9	331,3	767,7	1917,7
Oligochaeta	112,5	30,2	67,7	191,7	402,1
Polychaeta	152,1	74	12,5	9,4	247,9
Acari	301	353,2	365,6	204,2	1225
Gastrotricha	41,7	326	207,3	446,9	1021,9
Tardigrada	562,5	45,8	16,7	88,5	713,5
Nemertea	0	1	0	1	2,1
Amphipoda	1	0	0	1	2,1
Ostracoda	0	3,1	3,1	17,7	24
Total ind.10cm²	3767,7	3805,2	2235,4	8495,8	18304

Analizando a abundância relativa entre os meses percebeu-se como grupo dominante com a maior abundância os Nematoda, contribuindo entre 28,7% e 68,2% da meiofauna, seguido de Copepoda (6,1% a 29,9%), Acoela (5,5% a 17,9%), Tardigrada (0,6% a 53,1%), Acari (0,2% a 25,0%), Gastrotricha (1,1% a 11,5%) e Oligochaeta (1,1% a 5,7%). Os demais grupos apresentaram valores abaixo de 5% cada, totalizando uma soma de 14,6% entre eles (Tabela 6).

Tabela 6: Abundância relativa dos grupos da meiofauna nos meses estudados. (Fonte: Elaborado pela Autora)

	Julho		Agosto		Setembro		Novembro	
<i>Taxa</i>	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Nematoda	45,0%	42,1%	47,7%	51,6%	32,0%	44,5%	28,5%	68,2%
Copepoda	23,5%	27,7%	24,3%	22,2%	29,9%	25,2%	6,1%	7,8%
Acoela	11,3%	6,5%	17,9%	11,2%	8,5%	9,1%	5,5%	12,8%
Oligochaeta	4,7%	3,0%	2,4%	1,6%	1,5%	2,0%	1,1%	5,7%
Polychaeta	0,1%	1,0%	0,4%	0,6%	0,4%	4,4%	3,7%	1,1%
Acari	2,8%	5,5%	1,1%	0,8%	25,0%	11,9%	0,2%	0,5%
Gastrotricha	9,0%	8,9%	5,3%	11,5%	1,5%	1,9%	1,1%	2,0%
Tardigrada	1,9%	5,0%	0,8%	0,6%	1,0%	1,0%	53,1%	1,8%
Nemertea	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Amphipoda	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
Ostracoda	1,7%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,6%	0,0%

Usando a classificação de Bodin (1997), os Nematoda e Copepoda foram classificados como constantes. Os grupos muito frequentes encontrados foram: Acoela, Oligochaeta, Gastrotricha, Acari e Tardigrada. Polychaeta foi o único grupo considerado comum. Os grupos Nemertea, Ostracoda e Amphipoda foram admitidos como raros nas amostras analisadas, com um percentual de apenas 12,5 % (Tabela 7).

Tabela 7: Frequência de ocorrência dos grupos da meiofauna da praia do Cupe e suas respectivas classificações, segundo Bodin (1997). (F.O% = Frequência de ocorrência). (Fonte: Elaborado pela Autora)

Taxa	F.O %	Classificação
Nematoda	95,83%	Constante
Copepoda	91,66%	Constante
Acoela	72,91%	Muito frequente
Oligochaeta	64,58%	Muito frequente
Polychaeta	38,54%	Comum
Acari	70,83%	Muito frequente
Gastrotricha	54,16%	Muito frequente
Tardigrada	55,20%	Muito frequente
Nemertea	2,08%	Raro
Amphipoda	2,08%	Raro
Ostracoda	8,33%	Raro

Análises Multivariadas

O resultado da análise PERMANOVA com a comunidade da meiofauna mostrou que houve diferença significativa entre os meses, transectos e zonas. Na interação entre os fatores houve diferença nas interações Meses x Transectos, Meses x Zonações, Transectos x Zonações e entre Meses x Transectos x Zonações (Tabela 8).

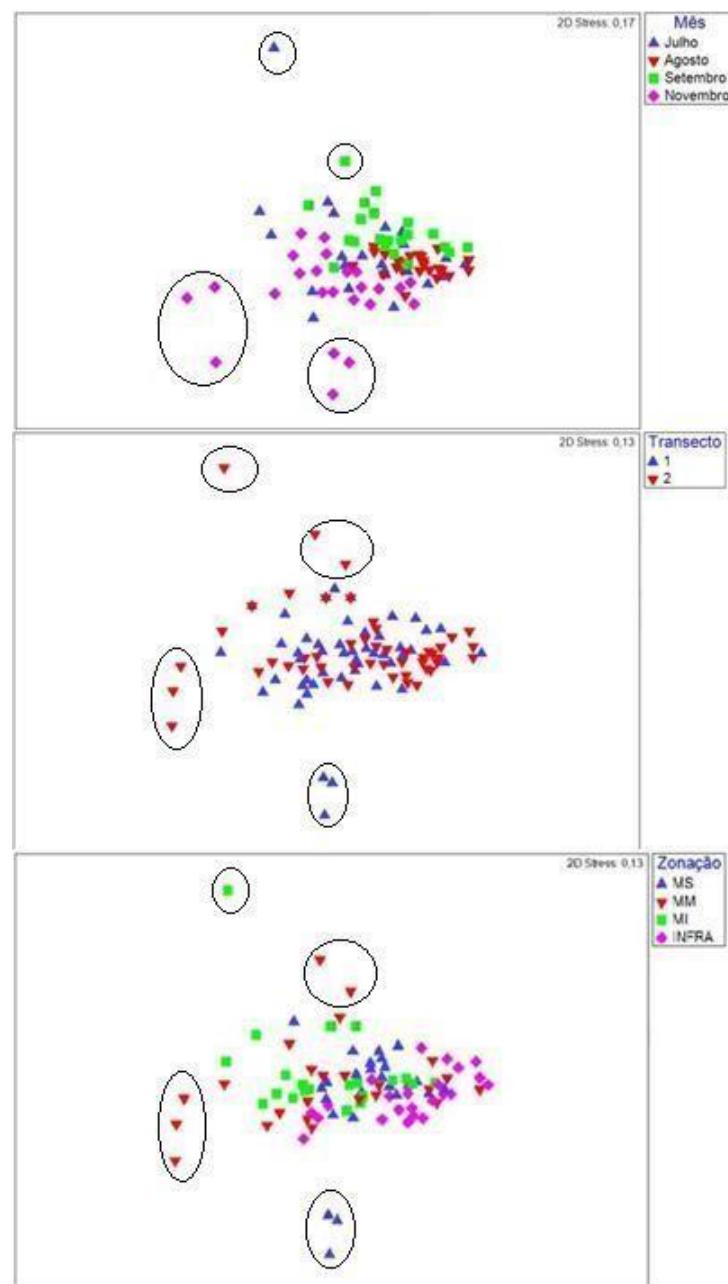
Tabela 8: Resultados da Análise PERMANOVA para as amostras da Meiofauna dos Meses (julho, agosto, setembro e novembro); Transectos (1 e 2) e Zonações MS (Méiolitoral Superior), MM (Méiolitoral Médio), MI (Méiolitoral Inferior), INFRA (Infralitoral); da Praia do Cupe. (Fonte: Elaborado pela Autora)

Fatores	GL	MS	PSEUDO-F	p
Meses	4	9789,3	15,631	0,0001
Transectos	2	3108	6,5618	0,0026
Zonações	4	6326,2	9,4791	0,0003
Meses X Transectos	6	1607,6	3,2738	0,0005
Meses X Zonações	6	2417,4	53,8602	0,0001
Transectos X Zonações	6	2486,5	5,2495	0,0002
Meses X Transectos X Zonações	10	0,0001	4,1943	0,0001

*Diferenças significativas ($p < 0,05$). GL = graus de liberdade, MS= média dos quadrados, p = probabilidade.

Também foi visualizada diferenças entre os meses, transectos e zonas a partir das figuras de ordenação não-métrica multidimensional (nMDS) (Figura 8). Com relação aos meses, o nMDS mostrou um certo agrupamento das amostras, mas foi possível perceber que algumas amostras de julho, setembro e novembro se diferenciam. Em relação aos transectos também foi possível observar que as amostras se separaram entre os transecto 1 e transecto 2. Entre as zonas, no geral, houve um agrupamento das amostras, mas algumas do MS (Mediolitoral Superior), MM (Méiolitoral Médio) e MI (Méiolitoral Inferior) se diferenciam.

Figura 8: Resultados da análise de ordenação não métrica multidimensional (nMDS) da Praia do Cupe;Transectos (T1 e T2) e Zonações (MS, MM, MI, INFRA). (Fonte: Elaborado pela Autora).



A análise do SIMPER nos mostra quais foram os grupos responsáveis pelas dissimilaridades entre os meses e zonas. As abundâncias de Nematoda e Copepoda contribuíram com os maiores percentuais de dissimilaridade (Tabela 9).

Tabela 9: Resultados da análise SIMPER com os principais grupos, suas contribuições individuais e acumulativas. (Fonte: Elaborado pela Autora)

Taxa	Contribuição (%)	Acumulativa (%)
Nematoda	41,52%	41,52%
Copepoda	24,88%	66,1%
Acoela	9,556%	75,96%
Oligochaeta	2,003%	83,61%
Polychaeta	1,892%	89,91%
Acari	7,647%	95,89%
Gastrotricha	5,977%	97,89%
Tardigrada	6,306%	99,79%
Nemertea	0,01396%	99,97%
Amphipoda	0,02104%	99,99%
Ostracoda	0,1779%	100%

Analizando as correlações das variáveis abióticas, a análise DistLM indicou que o tamanho médio do grão foi a variável que melhor contribuiu com a estrutura da comunidade em uma proporção de 68% ($R^2=0,6812$; $p= 0,0001$), corroborando para que este fator tenha uma influência significativa sobre a comunidade (Tabela 10).

Tabela 10: Resultado da rotina DistLM para as variáveis abióticas. (Fonte: Elaborado pela Autora)

Variáveis	R²	Pseudo-F	Prop.	P
Tamanho médio do grão	0,6812	200,85	0,6812	0,0001
Areia Grossa	0,71239	10,085	0,03119	0,0001
Areia Fina	0,75202	14,702	0,039629	0,0001
Areia Média	0,76646	5,6273	0,014442	0,0041

DISCUSSÃO

Em termos de composição taxonômica e número de grupos da meiofauna a praia do Cupe apresentou semelhanças aos resultados citados para outras praias arenosas do litoral Brasileiro (Albuquerque et al., 2007; Rodriguez et al.; 2003; Somerfield et al. 2003; Pinto-Santos, 2006). No entanto, o número de táxons detectados no presente estudo são inferiores àqueles registrados por Delgado et al.,(2009) com 17 em uma praia arenosa da Islândia; Silva (2006) com 13 na praia de Maracaipe, Sena (2018) com 16 na praia de Candeias e Venekey et al., (2021) com 14 na região da Amazônia.

Dentre os 11 grupos diferentes registrados na praia do Cupe, Nematoda e Copepoda foram os únicos classificados como constantes de acordo com a classificação de Bodin (1977). Essa superioridade dos grupos em relação aos outros filos da comunidade meiofaunística pode ser evidenciada por vários fatores, dentre eles, a disponibilidade de alimento, tamanho do grão e muitas vezes com a densidade bacteriana (Giere, 2009).

A variação da densidade média total de organismos meiofaunais ao longo dos meses apresentou relação direta com o aumento da pluviosidade e diminuição da salinidade. As maiores densidades ocorreram no período chuvoso (3.430,9 ind.10cm²), enquanto no período seco a densidade diminuiu (2.143,8 ind.10cm²). O aumento da densidade da meiofauna com a elevação da pluviosidade foi observado no presente estudo, o que também foi observado por Castro (2003), que registrou altas densidades também no período chuvoso na Bacia do Pina – PE, sendo explicada pela grande incidência de chuvas neste período o que provavelmente influenciou um maior aporte orgânico carreado pelos rios que desembocam na praia, elevando a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e modificando a estrutura sedimentar (CASTRO et.al, 2003).

Assim, a hipótese 2 do trabalho, quanto a distribuição temporal, pode ser confirmada. Porém, a estrutura da comunidade não apresentou um padrão convencional registrado em outras praias tropicais, no qual o período seco é considerado mais expressivo (Gomes e Rosa-Filho, 2009; Melo, 2016; Venekeyetal, 2014) e o chuvoso com menores intensidades (Ingole e Parulekar,1998; Gomes e Rosa-Filho, 2009; Pattnaik e Rao,1990; Venekey et al. 2014).

Entre os grupos mais dominantes, Nematoda apresentou a densidade de 2.521,68 ind.10cm², seguido de Copepoda (1.301,8 ind.10cm²) nos dois períodos estudados. Com exceção do mês de novembro onde registramos Nematoda (262,5 ind.10cm²) e Tardigrada (233,6 ind.10cm²) com maiores densidades, respectivamente. Essa dominância de Nematoda em sedimentos finos foi registrada em diferentes ecossistemas (Castro, 2003; De Souza et al. 2020, Gomes e Rosa-Filho, 2009);, desde praias arenosas até estuários, onde essas características se acentuam e a dominância do grupo pode chegar até 90% (Castro, 2003). As análises do SIMPER comprovaram que esses dois grupos, Nematoda e Copepoda, foram os grupos que mais contribuíram para as dissimilaridades entre os meses.

O grupo Tardigrada, também apresentou uma densidade expressiva (233,6 ind.10cm²) em novembro, especificamente. Este resultado se assemelha com o encontrado por Da Rocha et al., (2000) que registrou também altas densidades do grupo, explicadas pela influência do regime hidrodinâmico e a dinâmica sedimentar. Segundo Giere (2009), a abundância geral de Tardigrada, mesmo em locais favoráveis, raramente é muito alta. Fatores abióticos como temperatura, salinidade e umidade variam muito na zona intertidal, tornando-se um dos ambientes mais severos para organismos vivos (MØBJERG et al. 2007). Entretanto, existem espécies intertidais de Tardigrada que podem sobreviver em um ambiente inadequado para muitos organismos (Jørgensen e Møbjerg, 2015; Kristensen e Higgins, 1984).

As zonasções do mediolitoralmédio (MM) e infralitoral (INFRA) apresentaram as maiores densidades, enquanto o mediolitoral superior e mediolitoral inferior registraram as menores. Tais resultados condizem com McLachlan (1983), que diz que, a região intermaré, correspondente ao nosso mediolitoral Médio e Inferior, é mais apropriada à vida intersticial pois possui um balanço ideal entre a quantidade de água, oxigênio, disponibilidade de alimento e estabilidade física. Além disso, constantemente a maior abundância de organismos é encontrada na zona intermediária da região intermareal (Giere, 2009), sendo confirmada a hipótese quanto a distribuição espacial.

A granulometria em praias arenosas é de areia variada, sendo geralmente constituída majoritariamente por grãos de areia fina ou muito fina (Migotto, Amaral e Rocha, 2011). Nos nossos resultados, a granulometria não se diferenciou entre os meses investigados, variando de areia fina, sendo a fração dominante, a areia média, corroborando assim com a descrição de Migotto, Amaral e Rocha (2011). A rotina DistLM mostrou que o tamanho médio do grão foi a variável que mais influenciou na distribuição da comunidade da meiofauna, corroborando com os estudos que visam analisar a relação do grão com a comunidade (Castro, 2003, Pinto e Santos, 2006; Nascimento, 2016). Assim, a hipótese 1 do trabalho pode ser aceita.

Praias que possuem granulometria fina apresentam maior abundância de meiofauna do que em sedimentos grossos (Giere, 2009). Assim, era de se esperar que a praia do Cupe apresentasse altos valores de abundância, densidade e riqueza neste estudo.

A dominância de Nematoda neste estudo, em termos de abundância dos organismos presentes nas amostras, é um padrão bem registrado na literatura para habitats de areia média a areia fina (Giere, 2009). Os Nematoda são um dos metazoários marinhos mais abundantes, podendo estar presente em sedimentos desde a linha costeira até oceanos profundos (Nicholas, 2001). Esse grupo tende a ser o mais abundante da meiofauna (Gheskier, 2002), pois possuem uma diversidade de estratégias alimentares, alta tolerância a variados estressores ambientais, e grande facilidade de enterramento no sedimento (Wilson; Kakouli, 2009). É um filo frequentemente utilizado como indicador ecológico em ambientes bentônicos (Heip et al., 1985; Schratzberger et al., 2000; Santos et al., 2019) visto que, em uma pequena amostra, pode-se conseguir um número notável de indivíduos que demonstram afirmações feitas em estudos de monitoramento ambiental (Gheskier et al., 2005).

O segundo grupo mais abundante na praia do Cupe foi Copepoda, que segundo Giere (2009) pode chegar a uma abundância relativamente maior (35%), em praias arenosas, se comparado aos Nematoda (30%). Geralmente, podem ter uma maior sensibilidade, em comparação aos Nematoda, o que os tornam bons indicadores de poluição (Coule Chandler, 1992; Brown et al. 2005).

O presente estudo mostrou que a estrutura da comunidade de meiofauna na praia do Cupe variou ao longo dos diferentes meses, transectos e zonações (MS, MM, MI e INFRA), o que também ficou claro na análise PERMANOVA. Com base nestes resultados, as hipóteses propostas inicialmente foram aceitas.

CONCLUSÃO

A meiofauna da praia do Cupe em termos de abundância e densidade, considerando os aspectos temporal, não apresentou um padrão de distribuição semelhante aos achados em outras praias arenosas tropicais com as mesmas características ambientais. Podemos considerar quer:

- A comunidade da meiofauna com base nos resultados apresentados teve a primeira hipótese aceita, uma vez apresentou uma elevada densidade e abundância nos meses estudados, considerando a variabilidade dos fatores abióticos, tendo o tamanho do grão como fator abiótico mais significativo.
- Diferiu espacialmente (entre transectos e zonações) e temporalmente (período seco e chuvoso) de forma significativa, sendo assim a segunda hipótese também foi aceita.
- Registraramos que a comunidade responde aos fatores químicos (salinidade e temperatura) do ambiente através de variações na sua composição, densidade e distribuição.

Vale salientar que os resultados obtidos neste estudo elucidam o conhecimento atual sobre a comunidade meiofaunística na praia do Cupe e em como esse ecossistema é importante e diverso, sendo necessário estimular cada vez mais estudos que possam fornecer uma abordagem mais abrangente para um melhor entendimento da comunidade em si e das interações físicas e biológicas sobre os organismos de praias arenosas.

REFERÊNCIAS

- BODIN, P.H. 1997. Lespeuplements de CopépodesHarpacticoides (Crustacea) dessédimentsmeubles de la zone intertidal e descôtescharentaises (Atlantiques). MémoiresduMuseumNational d'HistoireNaturelle, Série A, Zoologie, Paris, v. 104, p. 1-12.
- BOUVY, M., & SOYER, J. 1989. Sazonalidade benthic em um apartamento de lama intertidal nas Ilhas Kerguelen (Oceano Austral). As relações entre a abundância meiofaunal e seus potenciais alimentos microbianos. Biologia Polar, 10(1), 19-27.
- BROWN, A.C., & MCLACHLAN, A. 2010. A ecologia das praias arenosas. Elsevier.
- CARVALHO FILHO, J. A. A. 2019. Estudo de contaminantes emergentes e meiofauna no rio ipojuca no município de caruaru. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, 105 f.; Caruaru.
- CIBIC, T., BLASUTTO, O., BURBA, N., & UMANI, S. F. 2008. Produção primária microfitobenílica comoabsorção ^{14C} em sedimentos sublitoriais do Golfo de Trieste (mar Adriático do Norte): aspectos metodológicos e análises de dados. Estuarino, Coastal and Shelf Science, 77(1), 113-122.
- COULL, B. C. 1988. Ecology of the Marine Meiofauna. In R.P. Higgins, & H. Thiel, (eds). In: Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Inst. Press. Washington, DC. P.18 - 38.
- COULL, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. Aust. J. Ecol. 703 24: 327-343. COULL, B. C., CHANDLER, T. 1992. Pollution and meiofauna: field, laboratory, and mesocosm studies. Oceanographyand Marine Biology: An Annual Review 30: 191-271.
- DE RUYCK, A., & HACKING, N. I. C. O. L. E. 1996. Estrutura comunitária nas praias arenosas: padrões de riqueza e zona em relação à faixa de maré e latitude. Revista Chilena de História Natural, 69, 451-467.
- DE SOUZA, M. T., DA SILVA, D. R., FORTUNATO, W. C. P., DOS SANTOS, A. C. M., & PEREIRA, S. F. 2020. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna da praia do Goiabal, Calçoene-AP. BrazilianJournalof Animal and Environmental Research, 3(3), 1755-1765.
- DU, Y., K. XU, A. WARREN, Y. LEI & R. DAI. 2012. Lírios benitônicos e comunidades meiofaunas em dois habitats contrastantes de um pantanal estuarino intertidal. Journal of Sea Research 70: 50-63.
- FOLK, R. C.; WARD, W. C. 1957. Brajos River Bar: A study in the significance of grainsize parametrs. Journal of Sedimentary Petrology, v. 27 (1) p. 3-27.
- GHELLER, P. F.; CORBISIER, T. N. 2022. Monitoring the anthropogenic impacts in Admiralty Bay using meiofauna community as indicators (King George Island, Antarctica). Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 94.
- GHESKIERE, T. et al. The sandy beach meiofauna and free-living nematodes from De Panne (Belgium). Bull. Roy. Belgian Inst. Nat. Sci. Biol. Suppl., v.72, p.53–57, 2002.
- GHESKIERE, T. et al. 2005. Nematodes from wave-dominated sandy beaches: diversity zonation.
- GIERE, O. 2009. Meiobenthology – The microscopic fauna in aquatic sediments (2nd ed). Springer Verlag.
- GOMES, T. P. e J. S. ROSA-FILHO. 2009. Composição e Variabilidade Espaço-Temporal da Meiofauna de uma Praia Arenosa na Região Amazônica (Ajuruteua, Pará). Iheringia, Sér. Zool. 99: 210-216.
- HEIP, C.; VINCX, M. E.; VRANKEN, G. 1985. The ecology of marine nematodes. Oceanogr and Mar. Biol. Ann. Rev. 23: 399 – 489.
- HULINGS, N. C.; GRAY, J. S. 1976. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and atidal beaches. Marine Biology, v. 34, n. 1, p. 77-83.
- INGOLE, B. S. e A. H. PARULEKAR. 1998. Role of salinity in structuring the intertidal 762 meiofauna of a tropical estuarine beach: Field evidence. Indian J. Mar. Sci. 27: 763 356-361.
- JØRGENSEN A, MØBJERG N. 2015. Observações sobre a capacidade criptobiótica dos arthrotardigrades marinhos Styraconyxhaploceros (Halechiniscidae) e Batillipespennaki (Batillipedidae) da zona de maré em Roscoff, França. Mar Biol Res 11:214-217.
- KOENING, M. L., LEÇA, E. E., NEUMANN-LEITÃO, S., & MACÊDO, S. J. D. 2003. Impactos da construção do Porto de Suape no fitoplâncton no estuário do Rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil). Arquivo Brasileiro de Biologia e Tecnologia, 46, 73-82.
- KRISTENSEN R. M, HIGGINS R. P. 1984. Revisão de Styraconyx (Tardigrada: Halechinischidae), com descrições de duas novas espécies de Disko Bay, West Greenland. SmithsonContribZool 391:40.

- MALLMANN, D., PEREIRA, P., SANTOS, F., & FAÇANHA, P. 2014. Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas. *Pesquisas em Geociências*, 41(2), 169-189.
- MANSO, V. D. A. V., CORREA, I. C. S., & GUERRA, N. 2003. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos-Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. *Pesquisas em geociências*, 30(2), 17-25.
- MARIA, TF., et al. 2015. Monitoramento da meiofauna bentônica intermareal. In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos* [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pp. 209-214.
- MCLACHLAN, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 131, 205-217.
- MCLACHLAN, A., DEFEO, O., & SHORT, A. D. 2018. Characterising sandy beaches into major types and states: Implications for ecologists and managers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 215, 152-160.
- MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. 2018. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press.
- MCLACHLAN, A.; TURNER, I. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. *Mar. Ecol.*, v. 15, n. 3/4. p. 177-211.
- MELO, T. P. G. 2016. Comunidade de meiofauna e associações de nematoda em praias arenosas Amazônicas de macromaré: variações espaciais e sazonais. 112 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2016. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca.
- MIGOTTO, A. E; AMARAL, A. C. Z; ROCHA, C. E. F. 2011. Litoral Norte de São Paulo. In: AMARAL, A. C. Z; NALLIN, S. A. H. *Biodiversidade E Ecossistemas Bentônicos Marinhos Do Litoral Norte De São Paulo, Sudeste Do Brasil*. p. 25-29. Campinas- SP: UNICAMP/IB.
- MØBJERG N, JØRGENSEN A, EIBYE-JACOBSEN J, HALBERG KA, PERSSON D, KRISTENSEN RM. 2007. Novos registros sobre ciclomorfose na eutardigrada marinha *Halobiotuscrispae* (Eutardigrada: Hypsibiidae). *J Limnol* 66:132-140.
- NASCIMENTO, W. C. 2016. Composição e distribuição espacial e vertical da meiofauna, com ênfase na nematofauna, em praias arenosas da Ilha de Trindade (Brasil)[graduationwork]. Universidade Federal do Pará, Belém.
- NICHOLAS, W. L. 2001. Seasonal variations in nematode assemblages on an Australian temperate ocean beach; the effect of heavy seas and unusually high tides. *Hydrobiologia*, 464:17-26. patterns and testing of the isocommunities concept. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.
- PATTNAIK, A. e M. V. L. RAO. 1990. Composition and distribution of interstitial meiofauna of the sandy beach at Golapur South Orissa Coast. *Indian J. Mar. Sci.* 821 19: 165-170.
- RADWELL A. J. e BROWN A. V. 2005. Influência de sedimentos finos nas densidades de colonização da meiofauna em canais artificiais de fluxo. *Archiv für Hydrobiologie* 165: 63-75. 2005.
- SANTOS, A. G. 2013. Caracterização Espaço-Temporal Da Comunidade Meiofaunística Da Região De Pirangi Do Sul-Rn: Uma análise comparativa entre três ambientes costeiros. 57 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, Cuité – PB.
- SANTOS, G.H.C.; CARDOSO, R.S.; MARIA T.F. 2019. Bioindicators or sediment relationships: Evaluating ecological responses from sandy beach nematodes, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 224, Pages 217-227.
- SCHMIDT-RHAESA, A. 2020. (Ed.). *Guide to the identification of marine meiofauna*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- SCHRATZBERGER, M., GEE, J.M., REES, H.L., BOYD, S.E., WALL, C.M. 2000. The structure and taxonomic composition of sublittoral meiofauna assemblages as an indicator of the status of marine environments. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 80, 969– 980.
- SHORT, A. D., & WOODROFFE, C. D. 2009. *The coast of Australia*. Cambridge University Press. 2009.
- SHORT, A.D. 2003. Australia beach systems - the morphodynamics of wave through tide-dominated beach-dune systems. *Journal of Coastal Research*, SI (35): 7-20.

- SUGUIO, K. 1973. Introdução a Sedimentologia. São Paulo: ed. Edgard Blucher, 318p.
- SUN, X., ZHOU, H., HUA, E., XU, S., CONG, B., & ZHANG, Z. 2014. Meiofauna e seu ambiente sedimentar como indicação integrada de perturbação antropogênica aos ecossistemas de praia arenosa. Boletim de Poluição Marinha, 88(1-2), 260-267.
- VENEKEY, V., P. J. P. SANTOS. e V. G. FONSECA-GENEVOIS. 2014. The influence of tidal and rainfall cycles on intertidal nematodes: a case study in a tropical sandy beach. Braz. J. Oceanogr. 62: 247-256.
- WILSON, M.J., KAKOULI-DUARTE, T. Nematodes como as environmental Indicators. 336 pp. CABI, UK. 2009
- ZEPPILLI, D., SARRAZIN, J., LEDUC, D., ARBIZU, P. M., FONTANETO, D., FONTANIER, C., ... & FERNANDES, D. 2015. A meiofauna é um bom indicador para as mudanças climáticas e os impactos antropogênicos? Biodiversidade Marinha, 45(3), 505-535

ANEXOS



Running Title: Short version of the manuscript title (up to six words)

Manuscript Title

Firstname Lastname¹, Firstname Lastname^{1,2}, Firstname Lastname³

A.B.C.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

D.E.F.G.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

H.I.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

1 Affiliation 1

2 Affiliation 2

3 Affiliation 3

* Corresponding author: email@uni.edu

ABSTRACT

Abstract should be limited to up to 300 words and it should give a complete understanding of the manuscript, including the main objective(s) or hypothesis/hypotheses, summarized methods, key results and final/concluding remarks. Do not use subheadings in the abstract body (such as "objective" or "results"). Do not cite references.

KEYWORDS: KEYWORD 1, KEYWORD 2, KEYWORD 3, KEYWORD 4, KEYWORD 5 (LIMIT TO FIVE KEYWORDS)

Using This Template

This template is a general guideline of the complete Instructions for Authors of the Ocean and Coastal Research (OCR) journal. Note that each section in this template has a corresponding "OCR style" (click 'Styles Pane' to visualize them) and may be used to quickly format the document. The manuscript sections below are given for Original Articles. Other manuscript formats such as Review Articles may have a more flexible structure. In the case of Brief Communications, all sections below should appear in sequence, without headings and subheadings. For details, please refer to our webpage (Instruction for Authors) or contact the editorial office at ocr_journal@usp.br. Please, remove this paragraph before submitting your manuscript.

INTRODUCTION

The introduction should be concise and place the manuscript in broader context. The text should present the current state of the knowledge in the topic related to the research, sharing the baseline information and citing key and relevant publications.

The introduction should outline the significance and purpose of the work and clearly describe specific hypotheses being tested, in the last paragraph(s). Authors are free to describe their objective(s) as one or more hypothesis to be tested, or as a question to be answered, or even as an interesting/important environmental feature/phenomenon to be described.

The Introduction must be straight to the point, and preferably without subheadings. Authors should keep in mind that the introduction must be comprehensible to scientists from other research areas unrelated to the topic of the manuscript.

Lines should be numbered in the document, starting from the first paragraph of the **Introduction**, as

shown in this template.

METHODS

This section should be described with sufficient detail to allow others to replicate and build on published results. New methods and protocols should be described in detail while well-established methods can be briefly described and appropriately cited. We strongly recommend that authors reference the study/survey in time and space, if applicable. Authors should describe the main characteristics of the surveyed area and/or the experimental design. The description of data analyses is strongly recommended. The name and version of any relevant software or computer code relevant to the study should be cited or made available. Include any pre-registration codes. Research permits should be placed in this section whenever necessary.

RESULTS

This section must address the main results gathered from the sampling procedures, survey design and/or experimental work described in the Methods section.

SUBHEADINGS

Authors are free to use specific subheadings to better share the most important results that support or reject their research hypothesis or that better describe the oceanographic features being treated in the manuscript.

The information in the Results section should follow the same logical presentation provided in the Methods section. Tables and figures can be used to summarize or illustrate the results. Additional data (large tables, extra figures, images, videos, etc.) can be shared as Supplementary Material in case the manuscript is accepted. Please correctly identify such material upon submission.

EQUATIONS

Equations must be written using either the **Microsoft Equation Editor** or the **MathType** add-on. Equations should be editable by the editorial office and not appear as images.

PREPARING FIGURES AND TABLES

Figures and graphics at a sufficiently high resolution (minimum 1000 pixels width/height, or a resolution of 300 dpi or higher) can be uploaded in a proper field in the submission platform. Make sure figures have sufficient pixel definition before submission. Common formats are accepted; however, TIFF, JPEG and EPS are preferred.

The text within the figures and graphics must be in a font size large enough to be perfectly legible even after a figure is reduced to fit the journal's page format. Ocean and Coastal Research can publish multimedia files in articles or as supplementary materials. Please contact the editorial office for further information.

All Figures and Tables must be numbered following their number of appearance (Figure 1, Figure 2, Table 1, etc.).

All Figures and Tables should have a self-explanatory caption.

All table columns should have an explanatory heading. To facilitate the copy-editing of larger tables, smaller fonts may be used, but no less than 8 pt. in size. Authors should use the Table option of Microsoft Word to create tables.

Authors are encouraged to prepare figures in color (RGB at 8-bits per channel).

Further direction on Figures and Tables are detailed below in this [document](#).

DISCUSSION

The Discussion must start with a statement of main findings, preferably in one sentence, without repeating the results.

The authors must then indicate the strengths and weaknesses of their results, in perspective with other studies, and address the meaning of their findings without entering into speculative or circular reasoning. Unanswered questions and future research directions may also be mentioned.

Quote tables and figures only when it is essential to draw the reader's attention to one or more important results.

SUBHEADINGS

Authors are free to use specific and useful subheadings according to their manuscript requirements to better discuss the results.

CONCLUSION

This section is not mandatory but can be added to stress the main findings and future directions of the research, usually within one or two paragraphs. This section must have a strong link to the main objectives, questions or hypotheses. Avoid sentences such as "in conclusion ..." or "in summary...". Use this section to highlight the value of your research and position your findings within a large context.

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgments must be brief, straight to the point. Funding agencies and other funding sources must be disclosed, with their respective grant number(s) if necessary. Keep the original names and acronyms of the native language of institutions and sponsors.

AUTHOR CONTRIBUTION

Ocean and Coastal Research follows the **CRediT** criteria for authorship role designation. All co-authors must have at least (1) actively participated in the discussion of results, and (2) reviewed and approved the final version of the manuscript. Please select the role(s) for each author as expressed on the CRediT website at <https://casrai.org/credit/> and inform them in this section, using author initials, followed by the respective role(s).

Example for three authors:

A.B.C.: Conceptualization; Investigation; Writing – original draft; Writing – review & editing;

D.E.F.G.: Methodology; Software; Formal Analysis; Investigation; Writing – review & editing;

H.I.: Supervision; Resources; Project Administration; Funding Acquisition; Writing – review & editing.

REFERENCES

Ocean and Coastal Research follows the Harvard style of literature referencing. For speeding up the reviewing and the publishing processes, we strongly suggest the authors to use the 'Ocean and Coastal Research' style available in the reference manager freeware Zotero. The Citation Style Language (.CSL) file is also available at our webpage and can be freely used in other reference manager software that uses the CSL format, such as Mendeley, Papers, ReadCube and others (visit <https://citationstyles.org/> for a complete list). It is the responsibility of the authors to double check the list of references and their quotations in the main text. Preparing the references using appropriate software will assist in avoiding typing mistakes, duplicated references and formatting issues. Citations and References in Supplementary

files are permitted provided that they also appear in the main text and in the reference list. Citations in the main text must include the author's names and year of publication, following the 'Ocean and Coastal Research' style. References to thesis, dissertations and reports are allowed as long as a valid and active URL pointing to the full text is included, along with the date of access.

Use the paragraph formatting as below, organizing the references in alphabetical order:

- ALBRIGHT, R., CALDEIRA, L., HOSFELT, J., KWIATKOWSKI, L., MACLAREN, J. K., MASON, B. M., NEBUCHINA, Y., NINOKAWA, A., PONGRATZ, J., RICKE, K. L., RIVLIN, T., SCHNEIDER, K., SESBOUE, M., SHAMBERGER, K., SILVERMAN, J., WOLFE, K., ZHU, K. & CALDEIRA, K. 2016. Reversal of ocean acidification enhances net coral reef calcification. *Nature*, 531, 362-365.
- NATALIO, L. F., PARDO, J. C. F., MACHADO, G. B. O., FORTUNA, M. D., GALLO, D. G. & COSTA, T. M. 2017. Potential effect of fiddler crabs on organic matter distribution: a combined laboratory and field experimental approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 158-165.
- ROBERTS, J. M., WHEELER, A. J. & FREIWALD, A. 2006. Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312, 543- 547.

**Please remove the contents of this and the following pages
before submission.**

MAIN EXAMPLES OF REFERENCING LITERATURE

JOURNALS: PRINT AND ONLINE.

ONE AUTHOR

In-text example: (Schneider, 2015).

Reference List Example:

SCHNEIDER, E. K. 2015. Trajectory analysis of the mechanism for westward propagation of Rossby waves. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 72, 2178-2182. doi:10.1175/JAS-D-14-0242.1

TWO AUTHORS

In-text example: (Fruman and Achatz, 2015).

Reference List Example:

FRUMAN, M. D. & ACHATZ, U. 2015. Validation of large-eddy simulation methods for gravity wave breaking. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 72, 3537- 3562.

THREE OR MORE AUTHORS

In-text examples: (Roberts et al., 2006); Natalio et al. (2017); Albright et al. (2016).

Reference List Examples:

ROBERTS, J. M., WHEELER, A. J. & FREIWALD, A. 2006. Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312, 543- 547.

NATALIO, L. F., PARDO, J. C. F., MACHADO, G. B. O., FORTUNA, M. D., GALLO, D. G. & COSTA, T. M. 2017. Potential effect of fiddler crabs on organic matter distribution: a combined laboratory and field experimental approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 158-165.

ALBRIGHT, R., CALDEIRA, L., HOSFELT, J., KWIATKOWSKI, L., MACLAREN, J. K., MASON, B. M., NEBUCHINA, Y., NINOKAWA, A., PONGRATZ, J., RICKE, K. L., RIVLIN, T., SCHNEIDER, K., SESBOUE, M., SHAMBERGER, K., SILVERMAN, J., WOLFE, K., ZHU, K. & CALDEIRA, K. 2016. Reversal of ocean acidification enhances net coral reef calcification. *Nature*, 531, 362-365.

BOOKS: PRINT AND ONLINE

ONE AUTHOR

In-text example: (Lurton, 2010).

Reference List Example:

LURTON, X. 2010. An introduction to underwater acoustics: principles and applications, Berlin, Springer - Verlag.

TWO AUTHORS

In-text example: (Jakobse and Ozhigin, 2011)

Reference List Example:

JAKOBSE, T. & OZHIGIN, V. K. 2011. *The Barents Sea: ecosystem, resources, 23 management*, Trondheim, Tapir Acad. Press.

THREE OR MORE AUTHORS

In-text examples: Liu et al. (2015); (Mann et al., 2000); Quintell et al. (2015).

Reference List Examples:

- LIU, Y., KERKERING, H. & WEISBERG, R. H. 2015. *Coastal ocean observing systems*, Amsterdam, Academic Press.
- MANN, J., CONNOR, R. C., TYACK, P. L. & WHITEHEAD, H. 2000. *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*, Chicago, University of Chicago Press.
- QUINTRELL, J., LUETTICH, R., BALTES, B., KIRKPATRICK, B., STUMPF, R. P., SCHWAB, D. J., READ, J., KOHUT, J., MANDERSON, J., MCCAMMON, M., CALLENDER, R., TOMLINSON, M., KIRKPATRICK, G. J., KERKERING, H. & ANDERSON, E. J. 2015. The importance of federal and regional partnerships in coastal observing. In: LIU, Y., KERKERING, H. & WEISBERG, R. H. (eds.) *Coastal ocean observing systems*. Boston: Academic Press.

CHAPTER IN A SINGLE AUTHOR BOOK

In-text example: Bourdieu (2011).

Reference List Example:

- BOURDIEU, P. 2011. In front of the camera and behind the scenes. *On television*. Cambridge: Polity.

MAPS IN-TEXT EXAMPLES:

(Bourillet et al., 2012);

(Center for Coastal Monitoring and Assessment and Program and Coastal Services Center, 2001)

Reference List Examples:

- BOURILLET, J. F., DE CHAMBURE, L., LOUBRIEU, B., BRETON, C. & MAZE, J. P. 2012. *Geomorphological map from Blackmud canyon to Douarnenez canyon*. Scale : 1 / 1000 000 (N 46 degree) Mercator projection Ellipsoid WGS84. Versailles: Editions Quae. 1 map.

- CENTER FOR COASTAL MONITORING AND ASSESSMENT (US). BIOGEOGRAPHY PROGRAM & COASTAL SERVICES CENTER (US). 2001. *Benthic habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Silver Spring: U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration.

CORPORATE AUTHORS

In-text examples: (University of Chicago Press, 2010); (BSI, 1985); (ISO, 1997); (WHO, 1993)

Reference List Examples:

- UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS. 2010. *The Chicago manual of style*. 16th ed. Chicago: University of Chicago Press.

- BSI (British Standards Institution) 1985. *Specification for abbreviation of title words and titles of publications*. London: BSI.

- ISO (International Organization for Standardization) 1997. *Information and Documentation—Bibliographic References. Part 2, Electronic Documents or Parts Thereof. ISO 690-2*. New York: American National Standards Institute.

- WHO (World Health Organization) 1993. *WHO editorial style manual*. Geneva: World Health Organization.

All Figures and Tables must be numbered following their order of appearance (Figure 1, Figure 2, Table 1, etc.).

All Figures and Tables should have a self-explanatory caption. The text within the figures and graphics must be in a font size large enough to be perfectly legible. OCR can publish multimedia files in articles or as supplementary materials. Please contact the editorial office at ocr_journal@usp.br for further information.

Figures and tables must be uploaded as separate files, and preferably not added to the main text. They will be automatically included on the PDF file built at the final steps of your submission.

Table 1. All table columns should have an explanatory heading. Acronyms must be identified in table legends, even if they have been described in the main text. To facilitate the copy-editing of larger tables, smaller fonts may be used, but no less than 8 pt. in size.

	Title		Title		
	Title			Title	
Title	Title	Title	Title	Title	Title
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data
Entry	Data	Data	Data	Data	Data ¹

¹Tables may have a footer

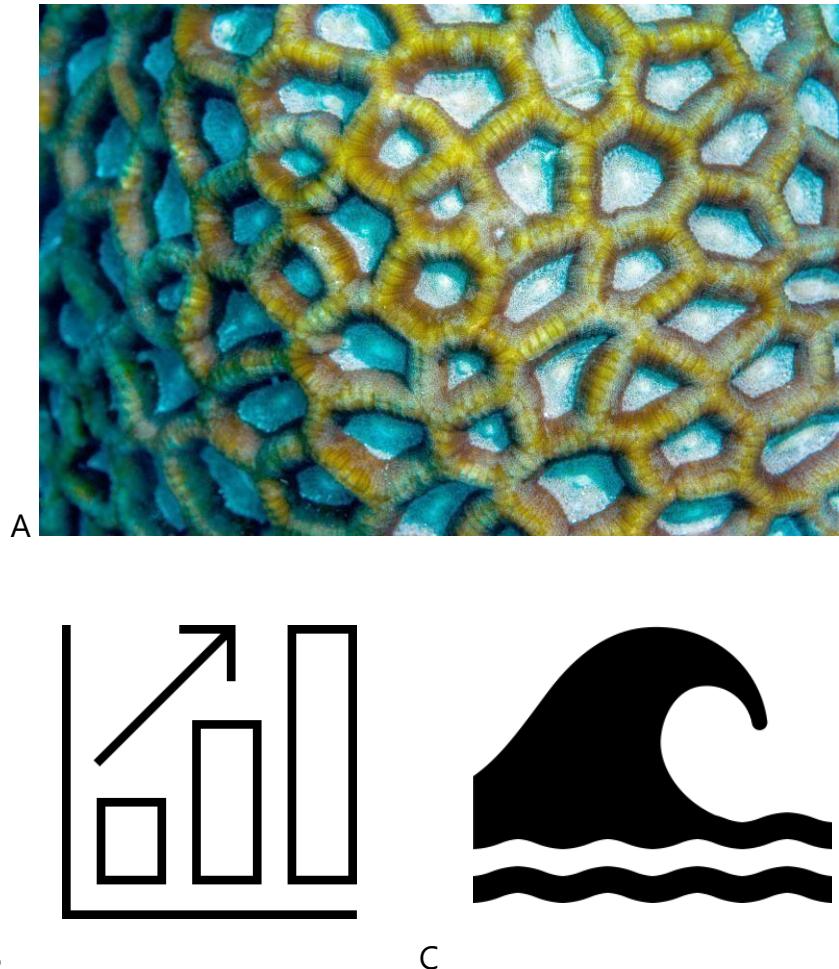


Figure 1. Figures and graphics at a sufficiently high resolution (minimum 1000 pixels width/height, or a resolution of 300 dpi or higher) can be uploaded in a proper field in the submission platform. Figures are (A) pictures, (B) graphs and (C) maps and drawings. Acronyms, if used, must be identified in figure legends, even if they have been described in the main text.

Make sure figures have sufficient pixel definition before submission. Common formats are accepted; however, TIFF, JPEG and EPS are preferred. Authors are encouraged to prepare figures in color (RGB at 8-bit per channel). Internal fonts (X, Y axis, figure titles, internal legends etc.) must be large enough to allow easy reading even after a figure is reduced to fit the journal's page.

