

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



**VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM UMA PRAIA
URBANIZADA NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO**

FALBER FADO ARAÚJO PINA XIMENES

RECIFE

2021

FALBER FADO ARAÚJO PINA XIMENES

**VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM UMA PRAIA
URBANIZADA NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^a Dr^a Mônica Lúcia Botter-Carvalho

RECIFE

2021

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)

X6v

Ximenes, Falber Fado Araújo Pina

Varição espacial da macrofauna bentônica em uma praia urbanizada no litoral norte de Pernambuco /
Falber Fado Araújo Pina Ximenes. - 2021.

51 f. : il.

Orientadora: Monica Lucia Botter Botter-Carvalho.

Inclui referências e anexo(s).

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

1. Olinda. 2. Macrobentos. 3. Mediolitoral. 4. Praias arenosas. 5. Zonação. I. Botter-Carvalho, Monica
Lucia Botter, orient. II. Título

CDD 574

FALBER FADO ARAÚJO PINA XIMENES

**VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM UMA PRAIA
URBANIZADA NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO**

Comissão Avaliadora:

Profª Drª Mônica Lúcia Botter-Carvalho – UFRPE
Orientador

Profª Drª Paula Braga Gomes – UFRPE
Titular

MSc Nídia Cristiane de Mélo Marinho – UFPE
Titular

Drª Ana Paula Maria Cavalcanti Valença de Barros – UFPE
Suplente

RECIFE
2021

DEDICATÓRIA

A Deus, meu Abba, por ter me sustentado e abençoado durante todo esse período. Não foi fácil, muitas dificuldades apareceram no caminho, porém Ele me segurou, me cuidou em amor e no meu coração guardou à palavra de Josué 1:9.

A minha família, por todo amor e incentivo. Em especial a minha mãe Maria do Socorro e ao meu pai Fernando Pina, por terem me educado com tanta dedicação. Que eu possa sempre dar orgulho a vocês e retribuir todo cuidado investido em mim. Devo todo meu sucesso a vocês.

A meu amor, Myrella, por sempre acreditar em mim. Gostaria de me ver do jeito que você me vê. Seu apoio era como um combustível para eu seguir em frente. Esse sonho é nosso! Obrigado por tanto e por tudo, te amo infinito.

*Não fui eu que ordenei a você?
Seja forte e corajoso! Não
temas e não desanime, pois o
Senhor, o seu Deus, estará com
você por onde você andar.*

{Josué 1:9}

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo acolhimento e suporte que a instituição me ofereceu. Fui muito feliz em fazer uma graduação nesse local incrível.

Ao Laboratório de Ecologia do Bentos Costeiro (LEBENC), o melhor laboratório do mundo.

A minha orientadora Mônica Botter-Carvalho, por ter sido a melhor orientadora desse mundo. Sua humildade, inteligência, cuidado e incentivo te tornam uma das pessoas mais incríveis que eu já conheci. Gratidão por tudo.

A Paulo Carvalho pelas riquíssimas ajudas e contribuições com o meu trabalho. Toda dedicação e horas que você tirava das suas férias ou após o trabalho para me ajudar no laboratório foram fundamentais para mim.

Aos meus amigos de laboratório por toda ajuda, pelas risadas, pelos incentivos e pela troca de experiência. Em especial a Raiane que triou e identificou muitas amostras comigo e Larissa que corrigia meus trabalhos desde que entrei no laboratório.

A todos os meus amigos que me acompanharam durante essa minha jornada de graduação. Em especial a Millena por ser minha amiga e parceira de estudo no curso, a Letícia pela ajuda e muitas caronas conseguidas e Joyce, pela parceria nos ônibus.

A minhas tias Janaina, Janacy e Andréa pelo suporte nas coletas desse trabalho.

Ao Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Marinhos (LECEM) pelo empréstimo de alguns equipamentos para minha pesquisa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

E claro que não poderia passar em branco, quero agradecer a mim mesmo.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 10 |
| REFERÊNCIAS | 15 |
| INTRODUÇÃO | 26 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| Área de estudo..... | 28 |
| Procedimentos em campo | 28 |
| Procedimentos em laboratório | 29 |
| Análises estatísticas | 29 |
| RESULTADOS | 31 |
| DISCUSSÃO | 38 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| REFERÊNCIAS | 42 |
| ANEXOS..... | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Abundância total de cada táxon identificado na praia de Casa Caiada, Olinda, PE. (MS: mediolitoral superior; MM: mediolitoral médio; MI: mediolitoral inferior). *Classificação por filós com base no banco de dados da World Register of Marine Species (WORMS). | 33 |
| Tabela 2. Resultados da PERMANOVA e PERMIDISP. | 35 |
| Tabela 3. Resultados pareados da PERMANOVA e PERMIDISP das relações aos níveis dos andares. | 35 |
| Tabela 4. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MS e MI ($\delta = 84.62$). | 36 |
| Tabela 5. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MS e MM ($\delta = 84.62$). | 36 |
| Tabela 6. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MM e MI ($\delta = 84.62$). | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa da região de Olinda e localização da área de estudo em Casa Caiada, com destaque para as estações de coleta. E1 (estação 1) e E2 (estação 2). | 28 |
| Figura 2. Perfil praiial do mediolitoral das duas estações de amostragem da praia de Casa Caiada, Olinda, PE..... | 31 |
| Figura 3. Abundância total dos grupos da macrofauna registrados no mediolitoral da praia de Casa Caiada, Olinda, PE..... | 32 |
| Figura 4. Atributos univariados da comunidade macrobentônica na praia de Casa Caiada, Olinda, PE.: abundância (N); riqueza (S); equitatividade de Pielou (J'); diversidade de Shannon-Wiener ($H'(\log_e)$). As barras de erro representam o desvio padrão. (MS: mediolitoral; MM: mediolitoral médio; ML: mediolitoral inferior). | 34 |
| Figura 5. Ordenação nMDS das abundâncias médias da macrofauna considerando os andares bênticos (MS: mediolitoral superior. MM: mediolitoral médio e MI: mediolitoral inferior). | 35 |

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar as variações espaciais da macrofauna bentônica na praia de Casa Caiada (Olinda-Pernambuco). Foram coletadas amostras de sedimento em janeiro de 2019, utilizando um amostrador cilíndrico (15x20cm), ao longo de dois transectos perpendiculares à linha da praia. Neles, foram definidos três andares de coleta: mediolitoral superior (MS), mediolitoral médio (MM) e mediolitoral inferior (MI). Coletas de sedimento foram feitas para análise da granulometria. Os dados foram analisados através de métodos univariados e multivariados. Foram contabilizados 2067 indivíduos pertencentes a oito táxons. O filo Mollusca foi o mais abundante (38.8%), seguido por Nematoda (20.8%), Sipuncula (12.2%) e Oligochaeta (19.2%). Polychaeta foi o táxon mais diverso, com 14 famílias, sendo a família Spionidae a mais representativa. O gastrópode *Neritina virginea* foi o mais abundante na área de estudo, com 703 indivíduos. Foi observado um aumento nos valores de abundância, riqueza e diversidade de Shannon-Wiener em direção ao MI. O nMDS mostrou uma clara separação entre o MS em relação aos demais e estas diferenças foram confirmadas pela PERMANOVA. As análises granulométricas indicaram predominância de areia média. A dominância de *N. virginea* na praia de Casa Caiada está associada à alta disponibilidade de alimentos (micro e macroalgas) e, indiretamente, ao aporte de efluentes urbanos. A presença de nematódeos, oligoquetos e spionídeos indicam um ambiente impactado por ações antrópicas, uma vez que são bioindicadores de ambientes perturbados, com elevados níveis de poluição orgânica.

Palavras-chave: Olinda, Macrobentos, Mediolitoral, Praias arenosas, Zonação

INTRODUÇÃO GERAL

Praias de areia oceânica são ambientes dinâmicos que representam dois terços das costas livres de gelo do mundo (LUIJENDIJK et al. 2018). A hidrodinâmica existente ao longo da praia é resultante das interações de ondas incidentes, refletidas parcialmente ou totalmente na face da praia por fluxos gerados por ondas e marés, acumulando e retrabalhando o sedimento. Esses movimentos da água exercem atrito sobre os sedimentos móveis, podendo ocasionar mudanças morfológicas, nas quais, induzem modificações no padrão hidrodinâmico atuante (CALLIARI et al. 2003).

As praias são classificadas em dissipativas, reflexivas e intermediárias. As dissipativas correspondem as praias amplas e planas, com ondas altas e sedimento fino. As reflexivas são íngremes, estreitas, com ondas baixas e sedimento mais grosso e as intermediárias apresentam características entre esses dois extremos (SHORT, 1996; CALLIARI et al. 2003). A porção emersa do ambiente praiar pode ser dividida em três regiões distintas: o supralitoral ou pós-praia, localizada acima da linha de preamar (linha de umidade que separa a praia seca da praia úmida) e que chega apenas borrifos das ondas; mediolitoral ou mesolitoral, sujeito às flutuações da maré, ficando coberto (maré alta) e descoberto (maré baixa) diariamente; e o infralitoral ou face praiar, porção que permanece submersa, desde o nível da maré baixa até a zona de arrebentação das ondas (STEPHENSON, STEPHENSON, 1949; SANTOS, FERREIRA, 2019).

As praias arenosas constituem um ambiente extremamente dinâmico, onde areia e água estão sempre em movimento e são um dos tipos de costa mais resilientes existente, devido a sua capacidade de absorver a energia das ondas (MCLACHLAN, DEFEO, 2018). Porém pela sua alta dinamicidade, o ambiente praiar está suscetível a diversas mudanças, entre elas a diminuição da linha de costa como consequência da erosão costeira. Cerca de um quarto da costa arenosa mundial encontra-se em erosão (LUIJENDIJK et al. 2018); este processo ocorre devido a uma deficiência sedimentar maior saída de sedimento da praia, contribuindo para a diminuição da linha de costa praiar (MALLMANN, 2008; SOUZA, 2009).

Os processos erosivos podem ocorrer por causas naturais, como pelos fatores climáticos e hidrológicos, atuando na energia das ondas e marés ocorrentes ao longo da costa, responsáveis pelo processo de balanço sedimentar praiar (SOUZA, 2009). Além disso, também por causas antrópicas, através de obras de engenharia costeira,

retirada de areia para fins lucrativos e/ou de limpeza urbana e principalmente pela urbanização. Tendo em vista que a maioria dos locais que apresentam maior vulnerabilidade da zona costeira estão situados em áreas urbanizadas do país. (NICOLODE, PETERMANN 2008; SOUZA, 2009; BARROS, 2018).

Responsáveis por exercerem um notável papel ambiental e ecológico, as praias arenosas hospedam uma alta diversidade de vida marinha, desde o fitoplâncton e algas marinhas a invertebrados da meiofauna e macrofauna. São locais de alimentação e nidificação para várias espécies como aves e tartarugas marinhas e maioria das espécies típicas desses ambientes não são encontradas em nenhum outro local (MCLACHLAN E ERASMUS, 2013; SCHLACHER ET AL. 2007; AMARAL, NALLIN 2011; SFORZA, 2017; RANGEL et al. 2020).

A comunidade macrobentônica é de extrema importância ao ambiente praial. Compreendida por organismos retidos em malha de 0,5 mm de abertura e que têm relação direta com o fundo, seu estudo apresenta infinitas contribuições para os ecossistemas costeiros (LEVITON, 2001; MCLACHLAN, DEFEO, 2018). A macrofauna bentônica comporta um grande número de táxons de invertebrados marinhos, dentre os quais anelídeos, crustáceos e moluscos ganham destaque por sua diversidade e abundância (PIRES-VANIN, 2011; MCLACHLAN E ERASMUS, 2013; BREINE, 2018; MOSBAHI et al. 2019).

Através da sua composição faunal e seu habitat no sedimento, a macrofauna é considerada como engenheira ecossistêmica, pois promove a atividade de bioturbação do sedimento que age na remineralização da matéria orgânica, aeração dos fundos, decomposição da matéria orgânica e na renovação e remobilização dos nutrientes, disponibilizando na coluna d'água (GASTON et al. 1998; QUINTANA, 2008; BREAKMAN et al. 2010; PASSARELI et al. 2014). Atuam também na produtividade costeira total, já que são exportadoras de produtividade para ecossistemas adjacentes e exercem forte influência nos produtores primários e dos níveis tróficos superiores. Além disso, a macrofauna é utilizada como fonte de alimento para várias espécies marinhas e terrestres, inclusive as de interesse comercial e para alimentação humana. (WILSON, 1999; PETERSON et al., 2000; RAMOS, 2002 SILVA et al. 2010, MCLACHLAN E ERASMUS, 2013).

A distribuição dos organismos e sua estruturação no ambiente, bem como as descrições ambientais de riqueza e abundância da comunidade bentônica estão fortemente relacionadas às condições físicas do ambiente praial (MCLACHLAN,

DORVLO, 2005). O macrobentos é considerado um forte indicador de poluição, utilizado em estudos de monitoramento ambiental e respostas as pressões antropogênicas, por apresentarem diversos tipos de características físicas e ambientais, como tamanho e forma corporal, estratégia alimentar, mobilidade, posição no sedimento, tempo de vida, sensibilidade e intolerância (BORJA et al. 2000; NALESSON et al. 2005; PILÓ et al. 2016; MOSBAHI et al. 2019; D'ALESSANDRO et al. 2020; DONG et al. 2021). Os distúrbios ambientais podem promover mudanças na comunidade e esses fatores utilizados nas análises dessas mudanças através de métodos univariados e multivariados são importantes para o monitoramento marinho e costeiro (CLARKE, 1993; WARWICK, CLARKE, 1993; VALENÇA, SANTOS, 2009).

O estudo sobre padrões de distribuição espacial da comunidade bentônica é imprescindível para compreensão do zoneamento nas regiões entremarés do ambiente praiar, o qual revela as diferentes tolerâncias das espécies aos gradientes ambientais (VEIGA et al. 2014; MCLACHLAN, DEFEO, 2018). Ainda que não exista um padrão geral definido de zoneamento em praias arenosas, estudos apontam para a existência de duas a três zonas biológicas (DEFEO, MCLACHLAN, 2005; SCHLACHER, THOMPSON, 2013). Schlacher e Thompson (2013) em sua revisão de literatura, descrevem a existência de três zonas em 62% dos trabalhos feitos na Austrália. Dahl (1952) reconhece que podem existir três zonas paralelas a linha de costa durante a maré baixa nas praias arenosas: a zona de varrido (região entre a máxima e a mínima excursão da onda sobre a face da praia), a zona entremarés (descoberta na maré baixa) e a linha do deixa da maré alta.

No Brasil, os primeiros estudos sobre a composição e distribuição da macrofauna bentônica em praias arenosas ocorreram no sul do país (GIANUCA, 1983; GIANUCA, 1987; BORZONE e GIANUCA, 1990). Nos últimos 15 anos, a macrofauna foi estudada em diferentes tipos de abordagens no ambiente praiar brasileiro: distribuição, variabilidade espacial e temporal, produtividade, relações tróficas, impactos pelo petróleo, avaliação e monitoramento dos efeitos decorrentes da ocupação humana e de obras de contenção costeira (MARTINS, 2007; YUNDA, 2007; BRAUKO, 2008; AMARAL, BORZONE, 2008; NEVES et al. 2008; NEVES, BEMVENUTI, 2009; PETRACCO et al. 2012; VIEIRA, 2012; PINOTTI et al. 2014; BARONI et al. 2015; COUTINHO, BERNARDINO, 2017; CABRAL, 2019; PESSOA et al. 2020; CRAVEIRO et al. 2021).

Na região nordeste, os estudos foram realizados no litoral do Ceará (GROSSI-HIJO et al. 2005; QUEIROZ, ROCHA-BARREIRA, 2005; GROSSI-HIJO, 2007; YUNDA, 2007; QUEIROZ, 2014; MENEZES, 2019), Maranhão (FERES et al. 2007; ROCHA, 2018), Rio Grande do Norte (VIANA, 2013), Paraíba (GONDIM et al. 2011), Alagoas (LIMA, 2018) Sergipe (OLIVEIRA, MANSO, 2016) e Bahia (SOUZA et al. 2007; SANTOS, COUTO, 2015).

Em Pernambuco, a macrofauna de ambientes praias foi estudada de maneira pontual por alguns autores ao longo do litoral. Paresque (2014) estudou a diversidade da família Syllidae (Polychaeta: Annelida) ao longo do estado de Pernambuco, com pontos de coleta nas praias de Pontas de Pedra, Jaguaribe, Itamaracá, Boa Viagem, Muro Alto, Barra de Sirinhaém, Carneiros e São José da Coroa Grande.

Brito et al. (2019) observaram as mudanças na comunidade macrobentônica associadas à atividade de bioturbação do camarão *Neocallichirus guassutunga* (Rodrigues, 1971) na praia de Mangue Seco (Igarassu) e encontraram indivíduos pertencentes aos filos Nematoda, Annelida, Mollusca e Crustacea. Craveiro et al. (2021) analisou os efeitos diretos do desastre de derramamento de óleo em 2019-2020 sobre a fauna macrobentônica associada ao banco de macroalgas na praia do Paiva.

A sucessão ecológica e padrões de assentamento dos organismos bentônicos foram relatados em duas áreas portuárias do estado de Pernambuco. No Porto do Recife, onde foram identificados representantes de Cnidaria, Mollusca, Crustacea e Annelida, com registro da espécie exótica *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1831) (NERY et al. 2008) e no Porto de Suape, com organismos dos táxons Ascidiacea, Cnidaria, Crustacea e Polychaeta (FERNANDES et al. 2009).

Na praia de Boa Viagem (Recife- PE), estudos com a comunidade macrobentônica registraram a presença dos táxons Mollusca, Crustacea e Cnidaria nos recifes areníticos (LUZ, 1991). Nascimento, (2006) registrou os filos Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Bryozoa e Chordata associados aos tubos dos poliquetos *Nicolea uspiana* (Nogueira, 2003) e Figueiroa et al. (2013) gastrópodes aos tubos de *Phragmatopoma sp.* (Polychaeta).

A praia de Casa Caiada, localizada na cidade de Olinda, apresenta estudos apenas sobre a dinâmica populacional de camarões escavadores, não se tendo conhecimento estudos sobre a estrutura da comunidade bentônica (GOMES e BOTTER-CARVALHO, 2013; BOTTER-CARVALHO et al. 2015; COSTA et al. 2020).

Sendo assim, tendo em vista a ausência de estudos sobre a comunidade macrobentônica no litoral da cidade de Olinda – Pernambuco, este trabalho tem como objetivo caracterizar a macrofauna bentônica da praia de Casa Caiada, analisando sua composição, distribuição e variação espacial. Contribuindo para o possível estabelecimento de padrões da comunidade macrobentônica e conhecimento sobre sua composição, zonação e os possíveis efeitos de alterações da comunidade devido a poluição, obras de contenção e alto grau de urbanização.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C. Z.; BORZONE, C. A. Macrofauna bentônica: praias do Sudeste e Sul do Brasil. **Bol. Ass. Bras. Biol. Mar**, v. 1, n. 3, p. 6-10, 2008.

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do Litoral Norte de São Paulo. **Sudeste do Brasil. Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, São Paulo, 2011.

BARONI, P. C.; BARRELLA, W.; BORGES, R. P. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da praia de José Menino (Santos-SP). **Unisanta BioScience**, v. 4, n. 2, p. 98-104, 2015.

BARROS, E. L. **Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras**. 2018. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

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**, v. 40, n. 12, p. 1100-1114, 2000.

BORZONE, C. A.; GIANUCA, N. M. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. **II Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**, Publ. ACIESP, São Paulo, v.3, p. 280-287. 1990.

BOTTER-CARVALHO, M. L.; COSTA, L. B.; GOMES, L. L., CLEMENTE, C. C. C.; CARVALHO, P. D. C. Reproductive biology and population structure of *Axianassa australis* (Crustacea, Axianassidae) on a sand-mud flat in north-eastern Brazil. **Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 4, p. 735, 2015.

BRAECKMAN, U. *et al.* Role of macrofauna functional traits and density in biogeochemical fluxes and bioturbation. **Marine Ecology Progress Series**, v. 399, p. 173-186, 2010.

BRAUKO, K. M. **Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêmica de praias arenosas do Paraná (Brasil)**. 2008. 75f. Tese de Doutorado. MSc. Dissertation. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

BREINE, N. T.; DE BACKER, A.; VAN COLEN, C.; MOENS, T.; HOSTENS, K.; VAN HOEY, G. Structural and functional diversity of soft-bottom macrobenthic communities in the Southern North Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 214, p. 173-184, 2018.

BRITO, J. C. B.; MARINHO, N. C. M.; XIMENES, F. F. A. P.; CARVALHO, P. V. V. D. B. C.; BOTTER-CARVALHO, M. L. Mudanças na comunidade Macrobentônica associadas a atividade de Bioturbação do camarão Sergio Guassutinga. **Livros de Resumos XX Impactos Ambientais sobre a Biodiversidade no Nordeste do Brasil**, v. 20, 2019.

CABRAL, G. B. **Efeito de uma estrutura artificial em assembleias de macrofauna e microfítobentos em uma praia arenosa**. 2019. 27f. Universidade de São Paulo, Santos.

CALLIARI, L. J.; MUEHC, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO Jr, E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Revista brasileira de oceanografia**, v. 51, n. UNICO, p. 63-78, 2003.

CLARKE, K. Robert. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian journal of ecology**, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

COUTINHO, M. S.; BERNARDINO, A. F. Spatial and seasonal changes in benthic macrofauna from two dissipative sandy beaches in eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 4, p. 666-677, 2017.

COSTA, L. B.; MARINHO, N. C.; CARVALHO, P. V.; BOTTER-CARVALHO, M. L. Population dynamics of the mud shrimp *Upogebia omissa* (Crustacea: Gebiidea: Upogebiidae) from the southwestern Atlantic coast of Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 36, p. 101281, 2020.

CRAVEIRO, N.; ALVES, R. V. A.; da SILVA, J. M.; VASCONCELOS, E.; ALVES-JUNIOR, F. A.; ROSA FILHO, J. S. Immediate effects of the 2019 oil spill on the macrobenthic fauna associated with macroalgae on the tropical coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 165, p. 112107, 2021.

D'ALESSANDRO, M. *et al.* Common patterns of functional and biotic indices in response to multiple stressors in marine harbours ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 259, p. 113959, 2020.

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

DONG, J. *et al.* Response of macrobenthic communities to heavy metal pollution in Laoshan Bay, China: A trait-based method. **Marine Pollution Bulletin**, v. 167, p. 112292, 2021.

FERES, S. J. C.; SANTOS, L. de A.; LOPES, A. T. L. Composição da macrofauna bentônica de substrato duro durante a estiagem na Praia de Jacamim, Ilha de Tauá-Mirim, Maranhão. In: **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. 2007.

FERNANDES, M. L. B. *et al.* ESTUDO QUALITATIVO DE SUCESSÃO DA FAUNA INCRUSTANTE SOBRE RECIFES ARTIFICIAIS EM ÁREA SOB INFLUÊNCIA DE USINA TERMOELÉTRICA EM PERNAMBUCO, BRASIL. **Revista Nordestina de Zoologia**, v. 4, n. 1, p. 82-96, 2009.

FIGUEIROA, G. A.; LUZ, B. R. A.; SILVA, P. P. F.; CHALEGRE-SANDES, K. Q. T. COLUMBELLIDAE (GASTROPODA) ASSOCIADOS À *Phragmatopoma* sp.

(POLYCHAETA) EM BOA VIAGEM-PE. **Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO**, v.2, 2013.

GANDRA, M. S. **Efeitos do petróleo sobre a associação de macroinvertebrados bentônicos de praias arenosas do extremo sul do Brasil**. 2005. 86f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul.

GASTON, G. R.; RAKOCINSKI, C. F.; BROWN, S. S.; CLEVELAND, C. M. Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. **Marine and Freshwater Research**, v. 49, n. 8, p. 833-846, 1998.

GIANUCA, N. M. A. preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. In: Sandy beaches as ecosystems. **Springer, Dordrecht**, p. 413-419, 1983.

GIANUCA, N. M. A. Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: síntese dos conhecimentos. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, Cananéia, p. 313-332, 1987.

GOMES, L. L.; BOTTER-CARVALHO, M. L. DINÂMICA POPULACIONAL DE *Lepidophthalmus siriboa* Felder e Rodrigues, 1953 (CRUSTACEA, DECAPODA, CALIANASSIDAE) DA PRAIA DE CASA CAIADA, OLINDA, PERNAMBUCO. **Anais da XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX**. 2013.

GONDIM, A. I.; DIAS, T. L. P.; CAMPOS, F. F.; ALONSO, C.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Macrofauna benthica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 75-86, 2011.

GROSSI-HIJO, C. A. **Macrofauna bentônica da zona de arrebenção da praia da Lagoinha, município de Paraipaba, Ceará, Brasil**. 2007. 56f. (Monografia). Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

GROSSI-HIJO, C. A.; VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Distribuição vertical da macrofauna bentônica na faixa entremarés e zona de arrebenção da praia do Mundaú, Município de Trairi, Ceará, Brasil. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA**. Fortaleza, CE. p.816-830, 2005.

LEVINTON, J. S. 2001. Marine biology: function, biodiversity, ecology. **Oxford: Oxford University Press**. 420 p.

LIMA, R. W. S.; DIAS, D. S.; SILVA, C. A. R.; SILVA, A. B.; SOUZA, M. A.; ARAÚJO, K. D. Macrofauna do solo em diferentes tipos de cobertura vegetal em Maceió, Alagoas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. 6717, 2018.

LUIJENDIJK, A. *et al.* The state of the world's beaches. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

LUZ, B. R. A. **Fauna dos recifes da Boa Viagem (PE) com ênfase aos Mollusca**. 1991. 148f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MALLMANN, D. L. B.; ARAÚJO, T. C. M.; **Vulnerabilidade do litoral sul de Pernambuco à erosão**. 2008. 146f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MANSO, V. D. A. V.; COUTINHO, P. N.; GUERRA, N. C.; JUNIOR, C. F. A. S. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco. **Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha–LGGM**, p. 179-196, 2006.

MARTINS, A. L. G. **A macrofauna bentônica das praias arenosas expostas do Parque Nacional de Superagüi–PR: Subsídios ao Plano de Manejo**. 2007. 77f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MCLACHLAN, A.; DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4 (214), p. 674-687, 2005.

MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Ed.). **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**. Springer Science & Business Media, 2013.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. **The ecology of sandy shores**. Academic Press, 2018.

MENEZES, F. M. **Variação espaço-temporal da macrofauna bentônica da zona entremarés da Resex da praia do Canto Verde, Beberibe - Ceará**. 2019. 75 f. TCC-Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia), Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORITZ, T.; ALVES, F. L.; COSTA, C. Gestão integrada de zonas costeiras: A importância para os destinos turísticos. **Revista Turismo & Desenvolvimento**, v. 3, n. 21, p. 153-165, 2014.

MOSBAHI, N.; SERBAJI, M. M.; PEZY, J. P.; NEIFAR, L.; DAUVIN, J. C. Response of benthic macrofauna to multiple anthropogenic pressures in the shallow coastal zone south of Sfax (Tunisia, central Mediterranean Sea). **Environmental Pollution**, v. 253, p. 474-487, 2019.

NALESSO, R. C.; JOYEUX, J. C.; QUINTANA, C. O.; TOREZANI, E.; OTEGUI, A. C. P. Soft-bottom macrobenthic communities of the Vitória Bay estuarine system, south-eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 1-2, p. 23-38, 2005.

NASCIMENTO, E. E.; TORRES, M. F. A. Macroinvertebrados associados a agregados de tubos de *Nicolea uspiana* Nogueira, 2003 (Polychaeta, Terebellidae) nos recifes da Praia de Boa Viagem, Recife–Pernambuco. **Bol Tec Cient CEPENE**, v. 14, n. 2, p. 9-15, 2006.

NERY, P. P. C. F.; LEITÃO, S. N.; FERNANDES, M. L. B.; SILVA, A. K. P.; CHAVES, A. C. Recrutamento e sucessão ecológica da macrofauna incrustante em substratos no Porto do Recife-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 1, p. 51-61, 2008.

NEVES, L. P.; DA SILVA, P. S. R.; BEMVENUTI, C. E. Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, n. 1, p. 36-44, 2008.

NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. Variabilidade diária da zonation da macrofauna bentônica em praias arenosas do litoral norte do Rio Grande do Sul. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 71-81, 2009.

NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 10, n. 2, p. 151-177, 2010.

OLIVEIRA, J.; MANSO, C. L. C. Caracterização da macrofauna bentônica dos substratos consolidados da Praia do Mosqueiro, Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, 2016.

OULD ELMOUSTAPHA. A.; LEVOY, F.; MONFORT, O.; KOUTITONSKY, V. G. A numerical forecast of shoreline evolution after harbour construction in Nouakchott, Mauritania. **Journal of Coastal Research**, v. 23, n. 6 (236), p. 1409-1417, 2007.

PARESQUE, K.; **Diversidade de Syllidae (Polychaeta: Annelida) em substratos consolidados ao longo dos estados da Paraíba e Pernambuco, nordeste do Brasil**. 2014. 486f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

PASSARELLI, C.; OLIVIER, F.; PATERSON, D. M.; MEZIANE, T.; HUBAS, C. Organisms as cooperative ecosystem engineers in intertidal flats. **Journal of Sea Research**, v. 92, p. 92-101, 2014.

PEREIRA, L. C. C. Efeitos de estruturas de proteção costeira nas praias de Casa Caiada e Rio Doce - PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. v. 24, p.19-37, 1996

PEREIRA, L.C.C.; JIMÉNEZ, J.A.; MEDEIROS, C. Environmental degradation of the littoral of Casa Caiada and Rio Doce, Olinda – PE (Brazil). **Journal of Coastal Research**, p. 502-508, 2003.

PEREIRA, L.C.C. et al. Effect of coastline properties and wastewater on plankton composition and distribution in a stressed environment on the north coast of Olinda-PE (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 6, p. 1013-1026, 2005.

PEREIRA, L. C. C.; MEDEIROS, C.; JIMÉNEZ, J. A.; COSTA, R. D. Topographic Changes in Two Highly Sheltered Beaches, Casa Caiada and Rio Doce PE (Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. 1, p. 644-647, 2006.

PESSOA, L. A.; PAIVA, P. C.; PARANHOS, R. R.; ECHEVERRÍA, C. A.; FREITAS, M. A. Distribuição espaço-temporal do macrobentos de infralitoral e espécies

dominantes na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, n. ahead, 2020.

PETERSON, C. H.; SUMMERSON, H. C.; THOMSON, E.; LENIHAN, H. S.; GRABOWSKI, J.; MANNING L.; MICHELI F.; JOHNSON G. Synthesis of linkages between benthic and fish communities as a key to protecting essential fish habitat. **Bull. Mar. Sci.**, v.66, p. 759-774, 2000.

PETRACCO, Marcelo et al. Brazilian sandy beach macrofauna production: a review. **Brazilian journal of oceanography**, v. 60, n. 4, p. 473-484, 2012.

PILÓ, D. *et al.* How functional traits of estuarine macrobenthic assemblages respond to metal contamination? **Ecological indicators**, v. 71, p. 645-659, 2016.

PINOTTI, R. M.; MINASI, D. M.; COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E. A review on macrobenthic trophic relationships along subtropical sandy shores in southernmost Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 3, 2014.

PIRES-VANIN, A. M. S.; MUNIZ, P.; LÉO, F. C. Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil: patterns of spatial and seasonal distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, n. 1, p. 27-42, 2011.

QUEIROZ, L. R.; ROCHA-BARREIRA, C. A. **Macrofauna Bentônica da Praia de Arpoeiros, Acaraú, Litoral Oeste do Estado do Ceará**. 2005.

QUEIROZ, L. R. **As praias arenosas do Estado do Ceará: relação entre ambiente físico e a estrutura de comunidade em um ambiente tropical**. 2014. Tese de doutorado em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

QUINTANA, C. O. **Relações entre as comunidades bênticas e a matéria orgânica sedimentar: Respostas à qualidade dos recursos alimentares e influência na diagênese recente**. 2008. 206f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RAFFAELLI, D.; KARAKASSIS, I.; GALLOWAY, A. Zonation schemes on sandy shores: A multivariate approach. **J. Exp. mar. Biol. Ecol.** v. 148, p. 241-253, 1991.

RANGEL, D. F.; TAVARES, D. C.; ZALMON, I. R. Composição e abundância de aves marinhas costeiras, Arraial do Cabo, RJ, sudeste do Brasil. **Ornithologia**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2020.

RAMOS, M. E. C. **Diagnóstico da Comunidade Zoobentônica do infralitoral da Baía de Garapuá, Cairú – Ba**. 2002. 39p. (Monografia). Universidade Federal da Bahia.

RODIL, I. F.; LASTRA, M.; SÁNCHEZ-MATA, A. G. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate latitudes: North coast of Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 67, n. 1-2, p. 267-279, 2006.

ROCHA-BARREIRA, C. A.; MONTEIRO, D. O.; FRANKLIN JÚNIOR, W. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil. 2001.

ROCHA, L. R. **Distribuição horizontal da macrofauna bêntica na Praia do Manguê Seco, Raposa-Maranhão, Brasil.** 2018. 46f. (Monografia), Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

SANTOS, E.; COUTO, E. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BÊNTICA DA PRAIA DA AVENIDA-ILHÉUS-BA, BRASIL. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 11, n. 22, 2015.

SANTOS, M. E. M.; FERREIRA, C. N. Influence of environmental variables on the benthic macrofauna of sandy beaches. **Ciência e Natura**, v. 41, p. 5, 2019.

SCHLACHER, T. A.; SCHOEMAN, D. S.; DUGAN, J.; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; MCLACHLAN, A. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. **Marine ecology**, v. 29, p. 70-90, 2008.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L. Spatial structure on ocean-exposed sandy beaches: faunal zonation metrics and their variability. **Marine Ecology Progress Series**, v. 478, p. 43-55, 2013.

SFORZA, R.; MARCONDES, A. C. J.; PIZETTA, G. T. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas: Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de empreendimentos Costeiros e Marinhos. **Brasília: ICMBio**, 2017.

SHORT, A. D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista chilena de historia natural**, v. 69, n. 4, p. 589-604, 1996.

SILVA, C. J. F.; COSTA, RS da; LOPES, P. M. A exploração de Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) por marisqueiros de Grossos (RN) sob a perspectiva da teoria do forrageamento ótimo. **13º Simpósio de Biologia Marinha**, 2010.

SOUZA, G. B. G.; PASSOS, G. M.; BOEHS, G. Macrofauna incrustante em coletores de sururu (*Mytella guyanensis*) na ilha do Tanque, Península de Maraú (BA). In: **CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. Caxambú, Sociedade de Ecologia Brasileira.** 2007.

SOUZA, C. R. DE G. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. **Instituto de Botânica – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo**, v. 2009b. p. 48–69, 2009.

SOUZA, L. K. S. **Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário de São Luís, Maranhão.** 2018. 82f. Dissertação (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

STEPHENSON, T. A.; STEPHENSON, Anne. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. **The Journal of Ecology**, p. 289-305, 1949.

VALENÇA, A. P. M. C.; SANTOS, P. J. P. **As comunidades macrobentônicas na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas de Pernambuco**. 2009. 86f. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

VEIGA, P.; RUBAL, M.; CACABELOS, E.; MALDONADO, C.; SOUSA-PINTO, I. Spatial variability of macrobenthic zonation on exposed sandy beaches. **Journal of Sea Research**, v. 90, p. 1-9, 2014.

VIEIRA, J. V.; BORZONE, C. A.; LORENZI, L.; CARVALHO, F. G. D. Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 135-148, 2012.

VIANA, M. G. **Macrofauna de ambientes não consolidados adjacentes à recifes da área de proteção ambiental dos recifes de corais Rio Grande do Norte, Brasil**. 2013. 156 f. Tese (Doutorado em Bioecologia Aquática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

WARWICK, R. M. Environmental impact studies on marine communities: pragmatistical considerations. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, n. 1, p. 63-80, 1993.

WARWICK, R. M.; CLARKE, K. R. Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. **Marine ecology progress series**, v. 92, p. 221-231, 1993.

WILSON, J. G. Population dynamics and energy budget for a population of *Donax variabilis* (Say) on an exposed South Carolina beach. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 239, p. 61-83, 1999.

YUNDA, G. A. G. **Composição e variação espaço-temporal da macrofauna bentônica influenciada pelo sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários de Fortaleza (SDOES), Ceará - Brasil**. 2007. XVII, 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

**Artigo a ser submetido na revista Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da
Natureza**

VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM UMA PRAIA URBANIZADA NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO

Resumo: As variações espaciais da macrofauna na praia de Casa Caiada, Olinda, Pernambuco, foram estudadas em janeiro de 2019. Duas transversais foram traçadas no mediolitoral e dividida em três andares: mediolitoral superior (MS), mediolitoral médio (MM) e mediolitoral inferior (MI). Análises univariadas e multivariadas foram realizadas. Um total de 2067 indivíduos e oito grupos taxonômicos foram coletados. O filo Mollusca foi o mais abundante (38.75%), seguindo por Nematoda (20.75%), Oligochaeta (19.16%) e Sipuncula (12.19%). Polychaeta foi táxon mais diverso, com 14 famílias. As análises univariadas demonstram um aumento nos valores dos índices de abundância, riqueza e diversidade de Shannon-Wiener em direção ao infralitoral. A análise de ordenação nMDS apresentou uma clara separação entre o Andar MS em relação aos demais. A PERMANOVA e o PERMDISP detectaram diferenças significativas entre os andares, exceto entre os níveis MM com MI. O gastrópode *Neritina virginea* foi o organismo mais abundante. A participação expressiva de nematódeos, oligoquetos e spionídeos indicam um ambiente impactado por ações antrópicas, por se tratar de organismos bioindicadores de ambiente perturbados.

Palavras-chave: Macro-bentos, Mediolitoral, Praias arenosas, Zonação.

SPATIAL VARIABILITY OF MACROBENTHIC IN AN URBANIZED BEACH ON THE NORTH COAST OF PERNAMBUCO

Abstract: Spatial variations of the macrofauna at Casa Caiada beach, Olinda, Pernambuco, were studied in January 2019. Two transversals were traced on the midlittoral and divided into three floors: upper midlittoral (MS), midlittoral (MM) and lower midlittoral (MI). Univariate and multivariate analyzes were performed. A total of 2067 individuals and eight taxonomic groups were collected. The phylum Mollusca was the most abundant (38.75%), followed by Nematoda (20.75%), Oligochaeta (19.16%) and Sipuncula (12.19%). Polychaeta was the most diverse taxon, with 14 families. Univariate analyzes demonstrate an increase in the values of the Shannon-Wiener abundance, richness and diversity indices towards the infralittoral. The nMDS ordering analysis showed a clear separation between the MS Floor in relation to the others. PERMANOVA and PERMDISP detected significant differences between floors, except between MM and MI levels. The gastropod *Neritina virginea* was the most abundant organism. The expressive participation of nematodes, oligochaetes and spionids indicate an environment impacted by anthropic actions, as they are bioindicators of disturbed environments.

Keywords: Macrobenthos, Midlittoral, Sandy beaches, Zonation.

INTRODUÇÃO

As praias arenosas são um dos ambientes costeiros dominantes em regiões temperadas e tropicais (McLachlan & Erasmus, 2013) e sua estrutura física é determinada pela interação entre areia, ondas e regime de marés (Schlacher et al. 2008). Esses ambientes fornecem bens e serviços ecossistêmicos fundamentais, desempenhando papel importante para a manutenção de populações humanas e para a conservação da biodiversidade (Amaral et al. 2016). No entanto, as praias arenosas são severamente afetadas direta e indiretamente pela atividade humana, como a erosão costeira, poluição e urbanização (Nicolode & Petterman, 2008; Souza, 2009; Granziera & Gonçalves, 2012; Barros, 2018).

A falsa percepção de ambiente desértico, em decorrência de suas características morfológicas e do hábito infaunal da maioria dos organismos (McLachlan & Defeo, 2018) acarreta prejuízos a sua fauna e flora. Intervenções humanas atreladas à falta de planejamento ambiental adequado provocam alterações na composição físico-química e biológica da praia, afetando a estrutura da comunidade macrobentônica e podendo causar perda de espécies sensíveis. (Jaramillo et al. 1996; Blankensteyn, 2006; Pereira et al. 2006; Afghan et al. 2020)

A macrofauna bentônica de praias arenosas exerce grandes funções ecológicas aos ecossistemas, atuando na produtividade do sistema e promovendo a decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Grubaugh et al. 1997; Gaston et al. 1998; Wilson, 1999; Peterson et al. 2000; Passareli et al. 2014; McLachlan & Defeo, 2018).

Por apresentarem mobilidade restrita, com ciclo de vida relativamente curto e ocorrendo geralmente dentro do sedimento, a macrofauna é utilizada para estudos de estresse e monitoramento ambiental (Piló et al. 2016; Mosbahi et al. 2019; D'Alessandro et al. 2020; Dong et al. 2021). Além disso, são considerados bons indicadores de poluição devido ao constante contato com o sedimento (Pearson & Rosenberg, 1978; Warwick, 1993; Dong et al. 2021).

O conhecimento sobre padrões de distribuição espacial da comunidade bentônica é de grande importância para compreensão do zoneamento no ambiente praias, revelando os níveis de tolerâncias das espécies aos gradientes ambientais e os possíveis impactos que afetariam a biota (VEIGA et al. 2014; MCLACHLAN, DEFEO, 2018; MOSBAHI et al. 2019).

No Brasil, os estudos sobre a comunidade bentônica em praias arenosas tiveram seu início no sul do país na década de 80 (Gianuca, 1983; Gianuca, 1987) e nos últimos 15 anos, encontram-se trabalhos sobre o tema ao longo de toda costa brasileira (Neves & Bemvenuti, 2006; Feres et al. 2007; Amaral & Borzone, 2008; Neves et al. 2008; Pires-Vanin, 2011; Pinotti et al. 2014; Queiroz, 2014; Baroni et al. 2015; Santos & Couto, 2015; Amaral et al. 2016; Oliveira & Manso, 2016; Coutinho & Bernardino, 2017; Cabral, 2019; Pessoa et al. 2020; Craveiro et al. 2021).

Em Pernambuco, trabalhos com a macrofauna de substratos inconsolidados foram desenvolvidos em estuários ao longo da costa do estado, abrangendo desde o litoral norte ao sul (Santos, 2004; Carvalho, 2004; Paiva, 2005; Lima, 2006; Botter-Carvalho, 2007; Valença, 2009). Sobre a macrofauna em ambientes praias no litoral Sul Craveiro et al. (2021) avaliou os efeitos diretos do desastre de derramamento de óleo em 2019-2020 sobre a fauna macrobentônica associada a macroalgas na praia do Paiva, e Luz (1991) analisou a fauna dos recifes areníticos da praia de Boa Viagem em Pernambuco, no qual obteve resultados sobre a macrofauna do local.

As demais pesquisas abordaram associações de moluscos ou poliquetas (Mello & Maestrati, 1986; Nascimento, 2006; Paresque, 2014) e a distribuição e sucessão ecológica da fauna incrustante em áreas portuárias (Nery et al. 2008; Fernandes et al. 2009).

Considerando a importância e a falta de informações sobre a macrofauna de praias no estado de Pernambuco, o presente trabalho tem como objetivo estudar a variação espacial da macrofauna bentônica na praia de Casa Caiada, nordeste do Brasil, analisando sua composição, distribuição e variação espacial. Contribuindo para o possível estabelecimento de padrões da comunidade macrobentônica e conhecimento sobre sua composição, zonation e os possíveis efeitos de alterações da comunidade devido a poluição, obras de contenção e alto grau de urbanização.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na praia urbana de Casa Caiada, localizada na cidade de Olinda (Pernambuco) ($7^{\circ}59'24.5''\text{S}$ $34^{\circ}50'18.0''\text{W}$), a 19.5 Km do norte da capital Recife. As sete estruturas artificiais presentes na área foram construídas a partir do início da década de 1970, por causa da intensificação dos processos erosivos e o avanço do mar, ocasionados principalmente pelas obras de ampliação do porto do Recife, na qual promoveu uma retenção de sedimento que impediu o transporte dos mesmos pela corrente de deriva litorânea (sentido S-N) (Pereira et al., 1996). Os quebra-mares resultaram em severas modificações morfológicas, hidrológicas e nos parâmetros físico-químicos da água na praia, apresentando uma baixa profundidade e uma enorme diminuição na circulação das águas. Com isso, os níveis de temperatura, salinidade e oxigenação foram modificados, promovendo a proliferação de microrganismos infectantes causada pela saída de esgoto e alto fluxo de banhistas (Araújo, 2006; Pereira et al., 2006). Tudo isso acarretou um estresse na condição ambiental que afeta as diversas formas de vidas marinhas, como o zooplâncton, fitoplâncton e organismos bentônicos (Pereira et al., 2005).

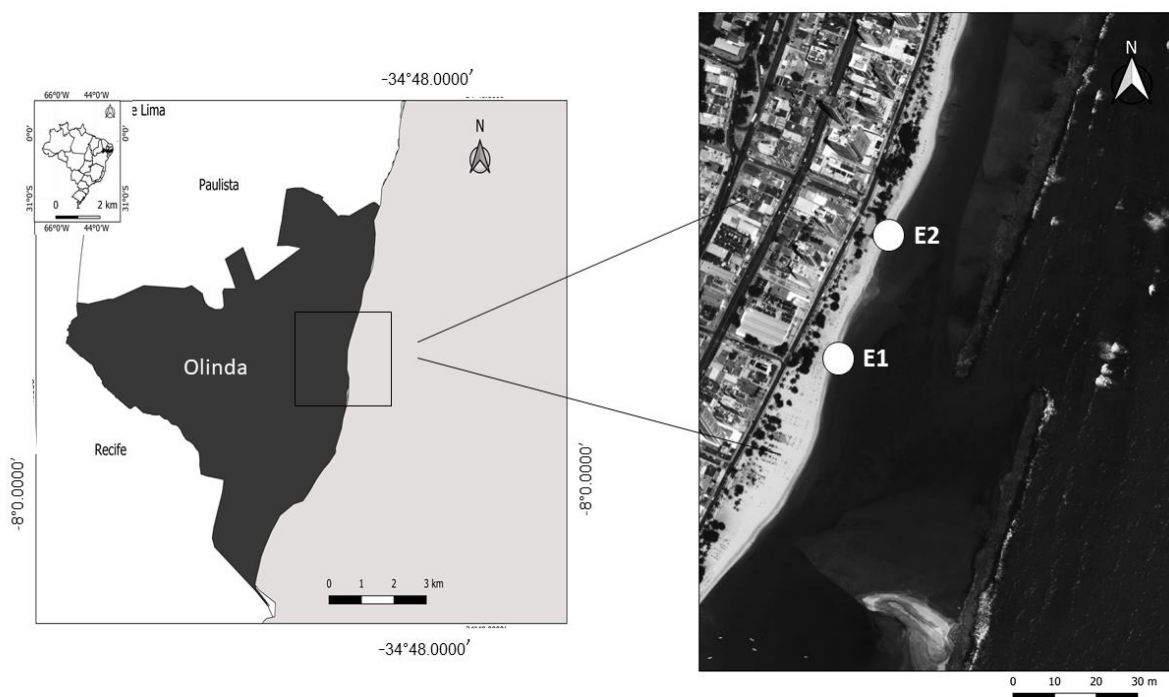


Figura 1. Mapa da região de Olinda e localização da área de estudo em Casa Caiada, com destaque para as estações de coleta. E1 (estação 1) e E2 (estação 2).

Procedimentos em campo

As coletas foram realizadas em 19 de janeiro de 2019 (estação seca), durante a baixa-mar. Foram estabelecidas duas estações: Estação 1 (E1) 7°58'58.6"S 34°50'08.3"W e Estação 2 (E2) 7°58'53.8"S 34°50'06.5"W, distantes em 150m uma da outra. Em cada estação foi estabelecido um transecto. Em cada transecto, foram definidos três andares com diferença de 16m de distância entre um andar e o outro: MS (mediolitoral superior), MM (mediolitoral médio) e MI (mediolitoral inferior).

O perfil praiar foi medido partindo do limite superior máximo da linha d'água em direção ao infralitoral, com pontos demarcados distantes entre si em 8m. A maré de Sizígia no dia da coleta apresentou o valor de 0.2.

As amostras biológicas foram obtidas em cada andar (3 réplicas) utilizando um amostrador cilíndrico de PVC com 15cm x 20cm de profundidade. Em campo, as amostras foram fixadas em solução de formol salino a 4% e acondicionadas em sacos plásticos.

Para caracterização do mediolitoral, foram feitas medição *in situ* de temperatura da água (3 réplicas) e salinidade (3 réplicas). Amostras de sedimento foram coletadas em 2 pontos (com 2 réplicas por ponto) em cada estação (E1 e E2), utilizando um amostrador de 6cm x 10cm de profundidade, totalizando 8 amostras.

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente, em peneiras com abertura de malha de 0.5mm. O material retido foi preservado em formalina a 4% e corado com Rosa Bengala. A macrofauna foi triada em estereomicroscópio, contabilizada e identificada, quando possível, ao menor nível taxonômico.

A medição da salinidade foi feita com o uso de um refratômetro óptico. Para as análises granulométricas foi utilizada a metodologia de Suguio (1973). A precipitação pluviométrica diária e mensal foi obtida da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC 2019), estação Olinda (Academia Santa Gertrudes).

Análises estatísticas

As variações espaciais na distribuição da macrofauna nos andares bênticos foram comparadas através dos seguintes índices univariados: Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (\log_e), Equitatividade de Pielou (J'), Riqueza de táxons (S) e Abundância (N). Estes índices foram calculados utilizando a rotina *Diverse*.

Para as análises multivariadas, os dados de abundância foram previamente transformados com $\log(x + 1)$ e convertidos em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. Para testar se existem diferenças na estrutura da comunidade macrobentônica entre os andares foi usada a Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA One-Way com 9999 permutações). Para a análise PERMANOVA, o fator Andar contém três níveis: mediolitoral superior (MS), mediolitoral médio (MM) e mediolitoral inferior (MI). A homogeneidade das dispersões multivariadas entre os grupos foi testada usando o PERMDISP. Em caso de significância, comparações pareadas foram realizadas para detectar onde estavam as diferenças entre os andares. Resultados significativos da PERMANOVA foram observados no nMDS.

A análise SIMPER foi realizada para definir quais táxons mais contribuíram para a dissimilaridade média para cada Fator, considerando os táxons que contribuíram com uma similaridade cumulativa de 90%. Todas as análises foram feitas utilizando o programa PRIMER versão 6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

RESULTADOS

A temperatura média da água foi de $29^{\circ}\text{C} \pm 0.7$ e a salinidade da água de 38 ± 0.5 . A granulometria do mediolitoral foi majoritariamente composta por areia média (42%), areia fina (28%) e areia grossa (20%) respectivamente. As demais classes granulométricas obtiveram $\leq 5\%$ de contribuição. A precipitação pluviométrica diária foi de 0.0mm e a mensal de 103.3mm. O perfil praiado das duas estações (figura 2) apresentou uma maior declividade no MI da E1 em relação a E2.

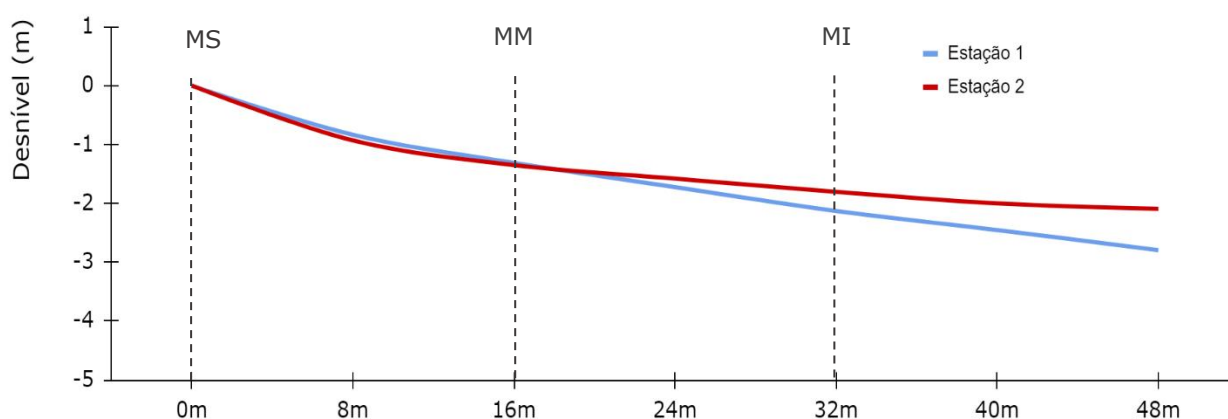


Figura 2. Perfil praiado do mediolitoral das duas estações de amostragem da praia de Casa Caiada, Olinda, PE.

Um total de 2067 indivíduos foram coletados, pertencentes a oito grupos taxonômicos: Anthozoa, Crustacea, Mollusca, Nematoda, Nemertea, Oligochaeta, Polychaeta, Sipuncula. Mollusca foi o mais abundante (38.75%), seguido por Nematoda (20.75%), Oligochaeta (19.16%) e Sipuncula (12.19%) (Figura 3).

O filo Mollusca esteve representado por indivíduos das classes Bivalvia e Gastropoda. O gastrópode *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) foi a espécie mais abundante do filo (87.76%) e a mais abundante do local de estudo (34%). Entre os bivalves, foi identificada a espécie *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (10.11%). Mesmo sendo o filo mais abundante, não foram encontrados nenhum molusco no MS (Tabela 1).

Em Annelida, o táxon Oligochaeta esteve representado apenas pela família Naididae. Foi abundante na área de estudo (19.16%) e encontrados em todos os três andares. Polychaeta, entretanto, foi o táxon com maior riqueza, com quatorze famílias e seis gêneros (Tabela 1). A família Spionidae foi a mais abundante, correspondendo

a 48.96% da abundância total do grupo, seguido por Syllidae (8.96%) e Capitellidae (8.27%). Os demais táxons do grupo foram representados por valores inferiores a 5% (Tabela 1).

O filo Arthropoda esteve representado por crustáceos distribuídos em cinco ordens. Dentro de Amphipoda, foram encontrados indivíduos das famílias Corophiidae e Caprellidae; em Decapoda indivíduos da superfamília Paguroidea e a espécie *Upogebia omissa* (Gomes Corrêa, 1968) (Tabela 1).

Todos os indivíduos do filo Sipuncula pertencem a família Golfiingidae. Sua distribuição ficou mais concentrada no MI (84.92%) e MM (15.08%), não sendo identificado nenhum indivíduo no MS. E o filo Cnidaria, representado pela classe Anthozoa, com um único representante (Tabela 1).

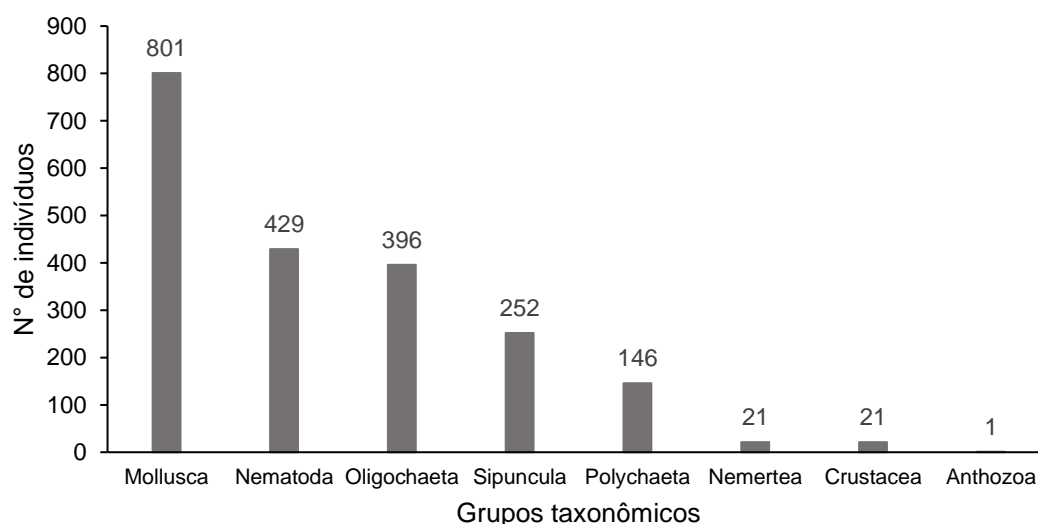


Figura 3. Abundância total dos grupos da macrofauna registrados no mediolitoral da praia de Casa Caiada, Olinda, PE.

O MS foi andar menos abundante (7%) com 141 indivíduos contabilizados, seguido pelo MM (45.5%) com 945 indivíduos e MI (47.5%) com 981 indivíduos. No andar MS do perfil E1, Spionidae foi o táxon mais representativo no perfil E1, enquanto nos demais andares, o molusco *Neritina virginea* (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância total de cada táxon identificado na praia de Casa Caiada, Olinda, PE. (MS: mediolitoral superior; MM: mediolitoral médio; MI: mediolitoral inferior). *Classificação por filos com base no banco de dados da World Register of Marine Species (WORMS).

| TÁXONS | Classificação (FILO)* | MS - E1 | MM- E1 | MI- E1 | MS- E2 | MM- E2 | MI- E2 |
|-------------------------------|-----------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capitellidae | ANNELIDA | 1 | 0 | 0 | 8 | 2 | 1 |
| Cirratulidae | ANNELIDA | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Nereididae | ANNELIDA | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Orbiniidae | ANNELIDA | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Paraonidae | ANNELIDA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Spionidae | ANNELIDA | 68 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Syllidae | ANNELIDA | 4 | 0 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Ampharetidae | ANNELIDA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sigambra</i> | ANNELIDA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Goniadidae | ANNELIDA | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Dorvilleidae | ANNELIDA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Lumbrineris</i> | ANNELIDA | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| <i>Langerhansia</i> | ANNELIDA | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| <i>Magelona</i> | ANNELIDA | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Glycera</i> | ANNELIDA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Protoaricea</i> | ANNELIDA | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Echiura | ANNELIDA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Naididae | ANNELIDA | 19 | 238 | 44 | 4 | 8 | 83 |
| Amphipoda | ARTHROPODA | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 |
| Corophiidae | ARTHROPODA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Isopoda | ARTHROPODA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Caprellidae | ARTHROPODA | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 |
| Tanaidacea | ARTHROPODA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Paguroidea | ARTHROPODA | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Stomatopoda | ARTHROPODA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Upogebia omissa</i> | ARTHROPODA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Bivalvia | MOLLUSCA | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| Gastropoda | MOLLUSCA | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Anomalocardia flexuosa</i> | MOLLUSCA | 0 | 7 | 26 | 0 | 7 | 41 |
| <i>Neritina virginea</i> | MOLLUSCA | 0 | 94 | 45 | 0 | 246 | 318 |
| Nematoda | NEMATODA | 17 | 170 | 22 | 1 | 98 | 121 |
| Nemertea | NEMERTEA | 13 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Golfingiidae | SIPUNCULA | 0 | 37 | 1 | 0 | 1 | 213 |
| Anthozoa | CNIDARIA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

As análises univariadas demonstram um aumento nos valores dos índices de abundância, riqueza e diversidade de Shannon-Wiener em direção ao MI. Apenas a equitatividade de Pielou divergiu ao apresentar o MS com maior valor (Figura 4).

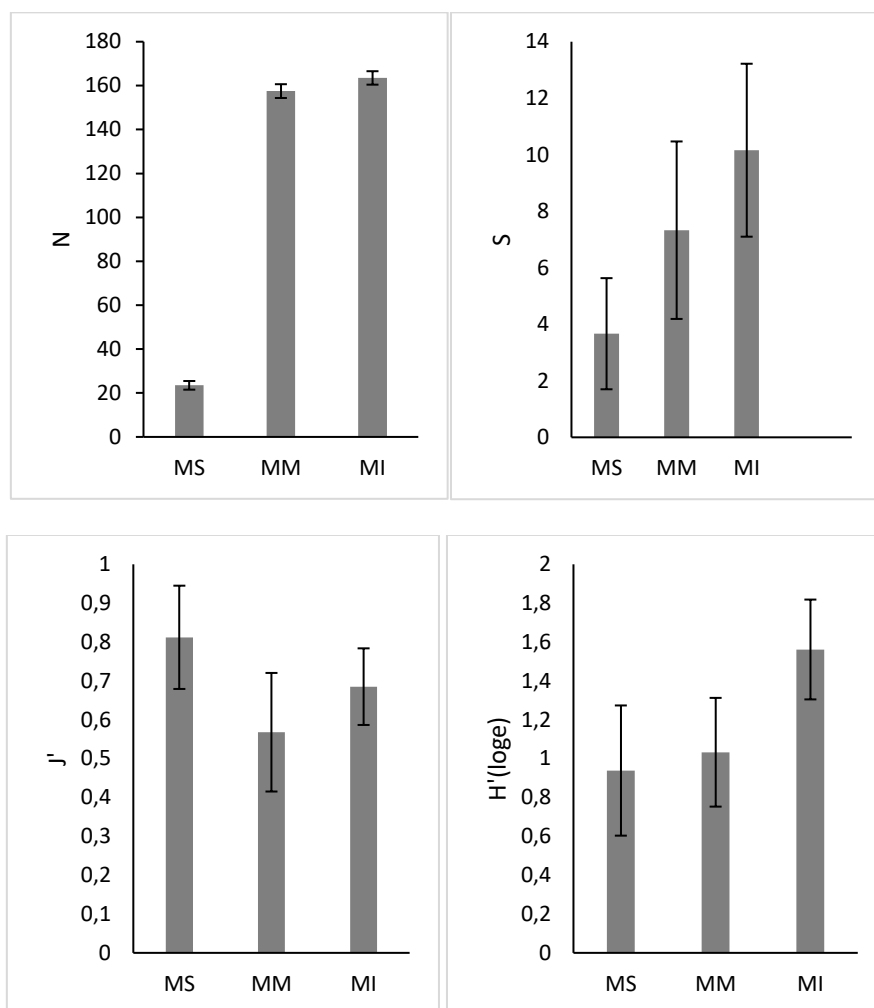


Figura 4. Atributos univariados da comunidade macrobentônica na praia de Casa Caiada, Olinda, PE.: abundância (N); riqueza (S); equitatividade de Pielou (J'); diversidade de Shannon-Wiener (H'(loge)). As barras de erro representam o desvio padrão. (MS: mediolitoral; MM: mediolitoral médio; ML: mediolitoral inferior).

A análise de ordenação nMDS apresentou uma clara separação entre as comunidades em relação aos andares. A PERMANOVA detectou diferenças significativas entres os andares ($P(\text{perm}) < 0.0001$) (Tabela 1). Na comparação par a par, apenas entre MM x MI não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 2). O PERMDISP detectou diferenças significativas entre os andares ($P(\text{perm}) = 0.0254$) MS x MM e MS x MI (Tabela 3).

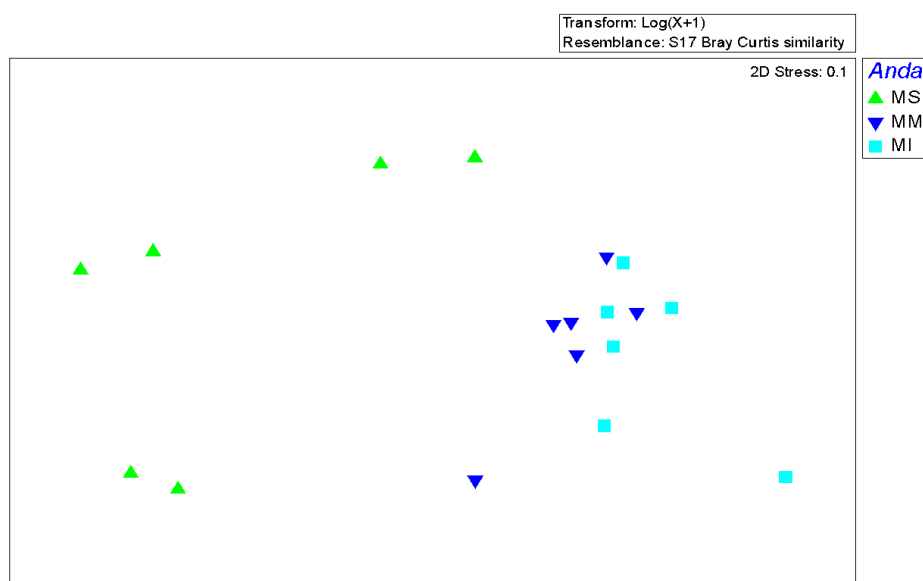
Tabela 2. Resultados da PERMANOVA e PERMIDISP.

| PERMANOVA | | | | | PERMIDISP | |
|-------------------|----|----------------|----------|---------------|-----------|---------------|
| Fonte de variação | gl | Quadrado médio | Pseudo-F | P(perm) | F | P(Perm) |
| Andar | 2 | 8674.7 | 5.2671 | 0.0001 | 6.4384 | 0.0254 |
| Resíduo | 15 | 1647 | | | | |
| Total | 17 | | | | | |

Tabela 3. Resultados pareados da PERMANOVA e PERMIDISP das relações aos níveis dos andares.

| PERMANOVA | | | PERMIDISP | | |
|-----------|--------|---------------|-----------|---------|----------------|
| Andares | t | P(perm) | Andares | t | P(perm) |
| (MS, MM) | 2.4693 | 0.0017 | (MS, MM) | 3.4967 | 1.8E-2 |
| (MS, MI) | 2.5975 | 0.0013 | (MS, MI) | 3.1535 | 1.72E-2 |
| (MM, MI) | 1.3271 | 0.0566 | (MM, MI) | 0.43518 | 0.7039 |

A ordenação nMDS mostrou uma separação mais clara do MS em relação aos demais andares, confirmando os resultados obtidos da PERMANOVA (Figura 5).

**Figura 5.** Ordemação nMDS das abundâncias médias da macrofauna considerando os andares bênticos (MS: mediolitoral superior. MM: mediolitoral médio e MI: mediolitoral inferior).

O SIMPER mostrou que 18 táxons contribuíram para explicar 90% das diferenças da abundância entre os andares MS e MI, com 85.50 % de dissimilaridade entre eles. Um total de 11 táxons entre os níveis MS e MM, com 81.10% de dissimilaridade. E 22 táxons entre MM e MI, com 50.63% de dissimilaridade (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MS e MI ($\delta = 84.62$).

| Espécies | Andar MS | Andar MI | Contribuição individual % | Contribuição cumulativa % |
|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Abundância média | Abundância média | | |
| <i>Neritina virginea</i> | 0.00 | 3.62 | 18.66 | 18.66 |
| <i>Anomalocardia flexuosa</i> | 0.00 | 2.45 | 12.91 | 31.56 |
| Nematoda | 0.76 | 2.58 | 10.23 | 41.80 |
| Sipuncula | 0.00 | 2.20 | 9.10 | 50.89 |
| Oligochaeta | 1.30 | 2.47 | 8.29 | 59.19 |
| Spionidae | 1.16 | 0.12 | 4.92 | 64.10 |
| Orbiniidae | 0.00 | 0.57 | 3.93 | 68.04 |
| Capitellidae | 0.65 | 0.12 | 3.64 | 71.68 |
| Bivalvia | 0.12 | 0.71 | 3.30 | 74.98 |
| Syllidae | 0.46 | 0.48 | 2.76 | 77.75 |
| Nemertea | 0.54 | 0.00 | 2.16 | 79.90 |
| Amphipoda | 0.00 | 0.41 | 1.82 | 81.72 |
| <i>Magelona</i> | 0.00 | 0.23 | 1.77 | 83.49 |
| Caprellidae | 0.00 | 0.38 | 1.73 | 85.22 |
| Gastropoda | 0.00 | 0.30 | 1.60 | 86.82 |
| Paguroidea | 0.00 | 0.18 | 1.31 | 88.13 |
| <i>Langerhansia</i> | 0.23 | 0.12 | 1.24 | 89.36 |
| Nereididae | 0.00 | 0.30 | 1.17 | 90.53 |

Tabela 5. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MS e MM ($\delta = 84.62$).

| Espécies | Andar MS | Andar MM | Contribuição individual % | Contribuição cumulativa % |
|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Abundância média | Abundância média | | |
| <i>Neritina virginea</i> | 0.00 | 3.52 | 23.03 | 23.03 |
| Nematoda | 0.76 | 3.56 | 20.96 | 43.99 |
| Oligochaeta | 1.30 | 2.32 | 12.33 | 56.33 |
| Spionidae | 1.16 | 0.18 | 6.29 | 62.62 |
| Sipuncula | 0.00 | 1.01 | 5.49 | 68.11 |
| <i>Anomalocardia flexuosa</i> | 0.00 | 1.00 | 5.46 | 73.57 |
| Capitellidae | 0.65 | 0.23 | 5.09 | 78.66 |
| Nemertea | 0.54 | 0.53 | 4.56 | 83.21 |
| Syllidae | 0.46 | 0.30 | 3.45 | 86.66 |
| <i>Langerhansia</i> | 0.23 | 0.18 | 2.00 | 88.66 |
| Amphipoda | 0.00 | 0.30 | 1.67 | 90.33 |

Tabela 6. Percentuais de contribuição dos principais táxons para a dissimilaridade média (δ) (Índice de Bray-Curtis) entre andares MM e MI ($\delta = 84.62$).

| Espécies | Andar MM | Andar MI | Contribuição individual % | Contribuição cumulativa % |
|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Abundância média | Abundância média | | |
| Oligochaeta | 2.32 | 2.47 | 11.96 | 11.96 |
| Sipuncula | 1.01 | 2.20 | 11.56 | 23.53 |
| Nematoda | 3.56 | 2.58 | 10.08 | 33.60 |
| <i>Anomalocardia flexuosa</i> | 1.00 | 2.45 | 9.81 | 43.42 |
| <i>Neritina virginea</i> | 3.52 | 3.62 | 8.50 | 51.92 |
| Orbiniidae | 0.00 | 0.57 | 4.32 | 56.24 |
| Bivalvia | 0.00 | 0.71 | 4.03 | 60.26 |
| Syllidae | 0.30 | 0.48 | 3.09 | 63.36 |
| Amphipoda | 0.30 | 0.41 | 2.96 | 66.32 |
| Nemertea | 0.53 | 0.00 | 2.91 | 69.23 |
| Caprellidae | 0.12 | 0.38 | 2.40 | 71.63 |
| <i>Protoaricea</i> | 0.30 | 0.27 | 2.36 | 73.99 |
| Cirratulidae | 0.30 | 0.18 | 2.31 | 76.30 |
| Gastropoda | 0.18 | 0.30 | 2.27 | 78.57 |
| <i>Magelona</i> | 0.00 | 0.23 | 1.89 | 80.46 |
| Nereididae | 0.12 | 0.30 | 1.75 | 82.21 |
| Capitellidae | 0.23 | 0.12 | 1.59 | 83.80 |
| <i>Langerhansia</i> | 0.18 | 0.12 | 1.44 | 85.24 |
| Paguroidea | 0.00 | 0.18 | 1.44 | 86.67 |
| Spionidae | 0.18 | 0.12 | 1.43 | 88.10 |
| <i>Lumbrineris</i> | 0.23 | 0.00 | 1.37 | 89.47 |
| Paraonidae | 0.00 | 0.27 | 1.26 | 90.73 |

DISCUSSÃO

O zoneamento da macrofauna em praias arenosas é um fator essencial para o entendimento da tolerância das espécies habitadas nas regiões entremarés aos gradientes ambientais (Brown & McLachlan, 1990). McLachlan e Defeo (2018) definem que a fauna do ambiente praias é geralmente pobre na zona de quebra das ondas, mas aumenta em abundância e diversidade em direção ao mar. Os resultados da praia de Casa Caiada sugerem um aumento na abundância, riqueza e diversidade de Shannon na zona inferior e média em relação a zona superior. Esses descritores ambientais são um dos mais importantes para o entendimento da diferenciação de zonation na estrutura da comunidade bentônica. (McLachlan & Dorlvo, 2005).

Rocha (2018) encontrou o mesmo padrão de distribuição, com os três descritores ecológicos aumentando do supralitoral em direção ao mediolitoral inferior e Veiga et al. (2014) obteve maiores valores de riqueza e índice de Shannon no nível mais próximo ao infralitoral em todas as quatro praias estudadas. Porém divergiu de Santos e Couto (2015) em que a região do mediolitoral superior foi muito mais abundante e obteve a maior riqueza entre os três andares.

A PERMANOVA e o PERMIDISP indicaram a existência de duas zonas distintas através das análises de pareamento, com o MS divergindo significativamente dos andares MM e MI. As análises de agrupamento nMDS indicam a existência de duas zonas biológicas no mediolitoral da praia de Casa Caiada, com o MS se separando do MM e MI, nos quais ficaram mais agrupados.

Oligochaeta, Nematoda e principalmente Mollusca foram os maiores responsáveis pela existência das duas zonas biológicas. O SIMPER demonstrou que *N. virginea* foi o principal táxon responsável pela diferença do ponto superior do mediolitoral em relação aos demais andares, contribuindo com 23.03% entre MS x MM e 16.66% entre MS x MI. Nematoda (20.96%) e Oligochaeta (12.33%) foram, respectivamente, o segundo e terceiro táxons que mais contribuíram para as diferenças entre os andares MI x MM e *A. flexuosa* (12.91%) e Nematoda (10.23%) nas diferenças entre MI x MS. A distribuição espacial das espécies nesses ambientes está correlacionada a vários descritores ecológicos do ambiente bentônico como exemplo: tamanho médio das partículas, tempo de umectação, amplitude máxima da maré, disponibilidade de alimento (Brown & McLachlan, 1990; Harriague et al., 2008)

Neves e Bemvenuti (2012) encontraram padrões semelhantes nas três praias estudadas no Rio Grande do Sul, com o andar superior do mediolitoral formando um grupo separado dos demais pontos. A existência de duas zonas biológicas também foi identificada nos trabalhos de Veiga et al. (2014) e Carcedo et al. (2017).

A zonação do ambiente praiial apresenta características variáveis entre os estudos e não possuem um padrão geral pois o número de zonas depende do tipo de praia, em que reflexivas geralmente apresentam menos zonas que dissipativas (McLachlan & Defeo, 2018). A distribuição dos organismos nas zonas ocupadas pode apresentar limites não tão bem definidos (Jaramillo et al., 1996), além de fatores como sazonalidade poderem modificar tais padrões, como no estudo de Menezes (2019) em que houveram duas zonas no mediolitoral no período chuvoso e três zonas no período seco. Visto que o presente trabalho não avaliou a comunidade bentônica no período chuvoso, futuros estudos são importantes para uma melhor compreensão do zoneamento da praia.

McLachlan et al. (1993) afirmam que o estudo sobre sedimentologia é de grande importância para compreensão sobre riqueza e abundância das espécies. Grãos de maior tamanho são menos favoráveis às espécies da fauna bentônica, permitindo a drenagem mais rápida da água e dos sedimentos em comparação com grãos menores, nos quais são mais favoráveis, pois retêm água nos interstícios (Little, 2000). As diferenças no tamanho dos grãos podem levar a padrões distintos de concentração de alimentos, que influenciam na distribuição da fauna (Defeo et al. 1992).

A granulometria do mediolitoral foi composta predominantemente por areia média em todos os pontos de coleta. Pereira et al. (2006) indicaram areia média e/ou areia fina como a principal composição sedimentar na porção média da área de estudo e Costa et al. (2020) obteve areia grossa em maiores proporções no mediolitoral inferior da mesma área de estudo. Areia média foi o principal tipo de sedimento encontrado em outras praias no litoral brasileiro, como a praia de Barra do Sul, em Santa Catarina (Vieira et al., 2012) e as praias Iguape, Diogo, Redonda (Barreira & Queiroz, 2019) e Paracurú (Viana et al., 2005) no Ceara.

A expressiva abundância do filo Mollusca aliado aos resultados granulométricos com predominância de grãos médios, corrobora com Paiva et al. (2005), nos quais indicam que essa característica ambiental sedimentológica favorece a colonização pelos moluscos. O grande número de *N. virginea* na praia influencia

positivamente na população de moluscos à medida que a densidade desse grupo ecológico tende a ser limitada pelo número de conchas disponíveis (Hylleberg, 1975). Não foram encontrados organismos no MS, o que contribuiu com 5.49% na dissimilaridade entre MS x MM e 9.10% entre MS x MI.

Segundo McLachlan & Erasmus (2013), em praias arenosas, crustáceos, moluscos e poliquetos apresentam uma maior abundância. Entretanto, a praia de Casa Caiada não demonstrou essa típica distribuição, na qual obteve Mollusca, Nematoda, Oligochaeta e Sipuncula como os táxons mais abundantes.

O gastrópode *N. virginea* obteve a maior abundância entre todos os indivíduos identificados na área de estudo, correspondendo a 33.9% do total de indivíduos, sendo o táxon que maior contribuiu para as diferenças no mediolitoral. Sua ocorrência na área de estudo se deu especialmente na porção lodosa do mediolitoral (MM e MI) e sua dominância pode estar associada à uma abundância de alimento (microfitobentos e macroalgas) observado na área de estudo, e, indiretamente, ao aporte de efluentes urbanos (Pereira et al. 2006). Sua distribuição mais agregada pode ser uma estratégia de grande importância para as espécies de moluscos como *N. virginea*, que habitam praias arenosas e regiões estuarinas. Fatores podem favorecer este padrão agregativo: a facilidade de encontrar parceiros para o acasalamento, obtenção de alimento e proteção contra predadores (Lana & Guiss 1991; Martell et al. 2002; Morton et al. 2002).

Alguns indivíduos do filo Sipuncula foram encontrados em fragmentos de rochas calcárias e conchas de moluscos vazios, nos quais utilizam como abrigo (refúgio) por geralmente apresentarem uma baixa mobilidade (Murina, 1984).

A família Spionidae foi responsável por 48.9% do total de poliquetas encontradas. Habitando fortemente o MS, contribuíram com 6.29% na dissimilaridade entre MS x MM e 4.22% entre MS x MM. A presença de espionídeos em andares superiores é identificado no trabalho de Queiroz (2018), principalmente na praia dos Diários (CE), em que a presença de *Scolelepis* sp. na zona mais superior e sua ausência nas zonas mais próximas ao mar, foi responsável pela formação dos dois grupos nas análises de similaridade de Bray-Curtis.

Os indivíduos da família Spionidae são capazes de tolerar a instabilidade ambiental e colonizar áreas impactadas, se destacando como bioindicadores, nos quais se mostram resistentes mesmo quando expostos a altos níveis de poluição e se

beneficiam do enriquecimento orgânico (Méndez et al., 1998; Joly & Bicudo 1999; Rocha & Júnior 2012).

A alta abundância de Nematoda e Oligochaeta podem reforçar a problemática sobre a qualidade do ambiente na praia de Casa Caiada. A ocorrência de nematódeos de grande tamanho tem sido associada ao enriquecimento orgânico, sendo considerados indicadores de poluição (Johnson & Kleve, 2000; Mirto et al. 2002). Oligochaeta é considerado um forte indicador de poluição ambiental, sendo um dos principais táxons do macrobentos utilizado para monitoramento de qualidade da água (Lin & Yo, 2008; Roveri et al., 2020) por sua capacidade de tolerar ambientes poluídos, com baixos níveis de oxigênio dissolvido (Schenkova & Helešic, 2006; Kaban et al., 2018) e seu caráter oportunista obtendo um aumento populacional em ambientes degradados (Meyer et al., 2005; Foomani, 2020).

O trabalho reforça os problemas encontrados na praia de Casa Caiada, na qual representa uma praia urbana com altos índices de poluição, proliferação de microrganismos infectantes causada pela saída de esgoto e resíduos domésticos dos banhistas e dos bares ao longo da praia. (Pereira et al. 2006). Além de ser classificada como imprópria para banho pelo Mapa da Qualidade das Águas (2018) da Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH (PE).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo indicou a existência de duas zonas no mediolitoral da praia de Casa Caiada, com o mediolitoral superior apresentando uma clara separação com o mediolitoral médio e inferior. Os fatores ambientais e a distribuição

O tipo de sedimento arenoso, com predominância de grãos de areia média, o aporte de efluentes urbanos e a disponibilidade de alimento podem ter contribuído para o sucesso populacional do molusco *Neritina virginea*.

A alta presença de moluscos, grandes nematódeos, oligoquetos, sipunculos e spionídeos indicam um ambiente estressado e com alto aporte orgânico.

Novos estudos com novos fatores são necessários para uma melhor compreensão sobre a comunidade bentônica e a zonação do ambiente praiado na praia de Casa Caiada.

REFERÊNCIAS

- Afghan, A., Cerrano, C., Luzi, G., Calcinai, B., Puce, S., Pulido Mantas, T., ... & Di Camillo, C. G. (2020) Main Anthropogenic Impacts on Benthic Macrofauna of Sandy Beaches: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6): 405.
- Araujo, C. C. V., de Melo Rosa, D., & Fernandes, J. M. (2008) Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. *Biotemas*, 21(4): 73-80.
- Amaral, A., & Borzone, C. (2008) Macrofauna bentônica: praias do Sudeste e Sul do Brasil. *Bol. Ass. Bras. Biol. Mar*, 1(3): 6-10.
- Amaral, A. C. Z., Corte, G. N., Denadai, M. R., Colling, L. A., Borzone, C., Veloso, V., ... & Almeida, T. C. M. D. (2016) Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(SPE2): 5-16.
- Blankensteyn, A. (2006) O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3): 870-876.
- Baroni, P. C., Barrella, W., & Borges, R. P. (2015) Macrofauna bentônica da faixa entremarés da praia de José Menino (Santos-SP). *Unisanta BioScience*, 4(2): 98-104.
- Barreira, C. D. A. R. & Queiroz, L. R. (2019) MORPHODYNAMICS AND MACROFAUNA COMMUNITIES IN 12 SANDY BEACHES OF BRAZIL NORTHEAST: A SEMIARID TROPICAL STUDY (p. 85-106). In: MOCHEL, F. R. (Orgs) Gerenciamento costeiro e gerenciamento portuário. Vol 2. Atena Editora. Ponta Grossa, PR. 127 p.
- Barros, E. L. (2018) Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras. Tese, Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Botter-Carvalho, M. L. (2007) Resposta da macrofauna bêntica estuarina a distúrbios: experimentos de eutrofização e recolonização no Canal de Santa Cruz-PE. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife
- Cabral, G. B. (2019) Efeito de uma estrutura artificial em assembleias de macrofauna e microfitobentos em uma praia arenosa. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Instituto do Mar. Universidade de São Paulo, Santos.
- Carcedo, M. C., Fiori, S. M. & Bremec, C. S. (2017) Zonation of macrobenthos across a mesotidal sandy beach: variability based on physical factors. *Journal of sea research*, 121: 1-10.
- Carvalho, P. V. V. C. (2004) O macrozoobentos na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas no litoral Norte de Pernambuco Brasil. Dissertação, Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Clark, K. R. & Gorley, R. N. (2006) PRIMER v6: user manual/tutorial. Primer-E, Plymouth.

- Coutinho, M. S., & Bernardino, A. F. (2017) Spatial and seasonal changes in benthic macrofauna from two dissipative sandy beaches in eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 65(4): 666-677.
- Craveiro, N., de Almeida Alves, R. V., da Silva, J. M., Vasconcelos, E., de Almeida Alves-Junior, F., & Rosa Filho, J. S. (2021) Immediate effects of the 2019 oil spill on the macrobenthic fauna associated with macroalgae on the tropical coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 165: 112107.
- D'Alessandro, M., Porporato, E. M., Esposito, V., Giacobbe, S., Deidun, A., Nasi, F., ... & Romeo, T. (2020) Common patterns of functional and biotic indices in response to multiple stressors in marine harbours ecosystems. *Environmental Pollution*, 259: 113959.
- Defeef, O., Jaramillo, E., & Lyonnet, A. (1992). Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, 8(4): 830-839.
- Dong, J. Y., Zhao, L., Sun, X., Hu, C., Wang, Y., Li, W. T., ... & Zhang, X. (2021) Response of macrobenthic communities to heavy metal pollution in Laoshan Bay, China: A trait-based method. *Marine Pollution Bulletin*, 167: 112292.
- Foomani, A., Gholizadeh, M., Harsij, M., & Salavatian, M. (2020) River health assessment using macroinvertebrates and water quality parameters: A case of the Shanbeh-Bazar River, Anzali Wetland, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5): 2274-2292.
- Hylleberg, J. (1975). On the ecology of the sipunculan *Phascolion strombi* (Montagu). In *Proceedings of the international symposium on the biology of the sipuncula and echiura*. Naucno Delo Press, Belgrade, 1: 241-250.
- Fernandes, M. L. B., Silva, A. K. P., Ferreira, G. F. A., Nery, P. P. C. F., CHAVEZ, A., Magalhães, J. S., ... & Oliveira, P. L. S. (2009) Estudo qualitativo de sucessão da fauna incrustante sobre Recifes artificiais em área sob influência de usina termoeletrica em Pernambuco, Brasil. *Revista Nordestina de Zoologia*, 4(1): 82-96.
- Gaston, G. R., Rakocinski, C. F., Brown, S. S., & Cleveland, C. M. (1998) Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. *Marine and Freshwater Research*, 49(8): 833-846.
- Gianuca, N. M. (1983) A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil (p. 413-419). In McLachlan A., Erasmus T. (eds). *Sandy Beaches as Ecosystems*, v. 19. Springer: Dordrecht. 757p.
- Gianuca, N. M. (1987) Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: síntese dos conhecimentos. *Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, Cananéia*, 313-332.
- Granziera, M. L. M., & Gonçalves, A. (2012). Os problemas da zona costeira no Brasil e no mundo. 1ª Edição. Santos: Editora Universitária Leopoldianum. 316p.
- Grubaugh, J., Wallace, B., & Houston, E. (1997) Production of benthic macroinvertebrate communities along a southern Appalachian river continuum. *Freshwater Biology*, 37(3): 581-596.
- Harriague, A. C., Petrillo, M., Croce, N. D., Panciroli, H., Pusceddu, A., Pelosi, G., ... & Albertelli, G. (2008). Intertidal benthic communities of two Chilean coastal islands (Santa Maria and Mocha, Southeastern Pacific). *Chemistry and Ecology*, 24(S1): 119-128.
- Jaramillo, E., Contreras, H., & Quijon, P. (1996) Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69(4): 655-663.

- Johnson, A. A., & Kleve, M. G. (2000) *Strelkovimermis amphidis* n. sp. from chironomid adults emerging from Lake Itasca and Long Lake, Minnesota. *Journal of Parasitology*, 86(1): 99-102.
- Kaban, S., Armanto, M. E., Ridho, M. R., & Hariani, P. L. (2018). Rapid Assessment of Water Quality in Teluk Lake by Using Macroinvertebrates (A Family Level Biotic Index). *In E3S Web of Conferences*. (Vol. 68, p. 04006). EDP Sciences.
- Lana, P. C.; Guiss, C. (1991), Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*. 73: 231-244.
- Lima, M. P. R. (2006) Variação espacial e temporal da macrofauna bentônica no estuário do Pina, Recife PE. Dissertação, Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Lin, K. J. & Yo, S. P. (2008) The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. *Hydrobiologia*, 596 (1): 213-223.
- Little, C. (200) The biology of soft shores and estuaries. 1ª Edição. New York: Oxford University Press. 252 p.
- Luijendijk, A. et al. (2008) The state of the world's beaches. *Scientific reports*, 8(1): 1-11.
- Luz, B. R. A. (1991) Fauna dos recifes da Boa Viagem (PE) com ênfase aos Mollusca. Dissertação, Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Barreto, E. P., Mallmann, D. L. B., Jimenez, J. A., Araújo, T. C. M., & Manso, V. D. A. V. (2014) Análise Crítica dos Estudos de Vulnerabilidade Geomorfológica a Agentes Diversos no Litoral de Pernambuco–Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7(06): 1028-1043.
- Manso, V. D. A. V., Coutinho, P. N., Guerra, N. C. & Junior, C. F. A. S. (2006). Erosão e Progradação do litoral brasileiro: Pernambuco. *Laboratório de Geologia e Geofísica Marina–LGGM*, 179-196.
- Martell, K. A., Tunnicliffe, V. & Macdonald, I. R. (2002) Biological features of a buccinid whelk (Gastropoda, Neogastropoda) at the Endeavour ventfields of Juan de Fuca Ridge, Northeast Pacific. *Journal of Molluscan Studies*, 68(1): 45-53.
- McLachlan, A., Jaramillo, E., Donn, T. E., & Wessels, F. (1993) Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. *Journal of Coastal Research*, 27-38.
- 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. 19ª Edição. Springer Science & Business Media. 756 p.
- Mello, R. L. S.; Maestrati, P. (1986) Presença de *Smaragdia viridis vindemaris* Maury, 1917 (Gastropoda: Neritidae) no litoral brasileiro. *Cadernos Ômega. Série Ciências Aquáticas*. 2: 167-173.
- Méndez, N., Flos, J., & Romero, J. (1998) Littoral soft-bottom polychaete communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bulletin of marine Science*, 63(1): 167-178.
- Menezes, F. M. (2019) Variação espaço-temporal da macrofauna bentônica da zona entremarés da Resex da praia do Canto Verde, Beberibe - Ceará. TCC-Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia), Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Meyer, J. L.; Paul, M. J. & Taulbee, W. K. (2005) Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. *Journal of the North American Benthological Society*, 24: 602-612.
- Mirto, S., La Rosa, T., Gambi, C., Danovaro, R. & Mazzola, A. (2002) Nematode community response to fish-farm impact in the western Mediterranean. *Environmental Pollution*, 116(2): 203-214.
- Mosbahi, N., Serbaji, M. M., Pezy, J. P., Neifar, L. & Dauvin, J. C. (2019) Response of benthic macrofauna to multiple anthropogenic pressures in the shallow coastal zone south of Sfax (Tunisia, central Mediterranean Sea). *Environmental Pollution*, 253: 474-487.
- Mortiz, T., Alves, F. L. & Costa, C. (2014) Gestão integrada de zonas costeiras: A importância para os destinos turísticos. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 3(21/22): 153-165.
- Morton, B., Blackmore, G. & Kwok, C. T. (2002) Corallivory and prey choice by *Drupella rugosa* (Gastropoda: Muricidae) in Hong Kong. *Journal of Molluscan Studies*, 68(3): 217-223.
- Murina, G. V. V. (1984) Ecology of Sipuncula. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 17: 1-7.
- Nascimento, E. E. & Torres, M. F. A. (2006) Macroinvertebrados associados a agregados de tubos de *Nicolea uspiana* Nogueira, 2003 (Polychaeta, Terebellidae) nos recifes da Praia de Boa Viagem, Recife–Pernambuco. *Bol Tec Cient CEPENE*, 14(2): 9-15.
- Nery, P. P. C. F., Leitão, S. N., Fernandes, M. L. B., Silva, A. K. P. & Chaves, A. C. (2008) Recrutamento e sucessão ecológica da macrofauna incrustante em substratos no Porto do Recife-PE, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 3(1): 51-61.
- Neves, F. M. & Bemvenuti, C. E. (2006) Spatial distribution of macrobenthic fauna on three sandy beaches from northern Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54: 135-145.
- Neves, L. P. D., da Silva, P. D. S. & Bemvenuti, C. E. (2008) Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 98(1): 36-44.
- Nicolodi, J. L. & Petermann, R. M. (2010) Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 10(2): 151-177.
- Oliveira, J., & de Castro Manso, C. L. (2016) Caracterização da macrofauna bentônica dos substratos consolidados da Praia do Mosqueiro, Aracaju, Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 14(2) 80-96.
- Paiva, A. C. G. D., Coelho, P. A. & Torres, M. F. A. (2005) Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Arquivo Ciências do Mar*, 38: 85 – 92.
- Paresque, K. (2014) Diversidade de Syllidae (Polychaeta: Annelida) em substratos consolidados ao longo dos estados da Paraíba e Pernambuco, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociência. Universidade de São Paulo, São Paulo
- Passarelli, C., Olivier, F., Paterson, D. M., Meziane, T. & Hubas, C. (2014) Organisms as cooperative ecosystem engineers in intertidal flats. *Journal of Sea Research*, 92: 92-101.

- Pearson, T.H. & Rosenberg, R. (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.
- Pereira, L. C. C., Coutinho, P. D. N., MACEDO, S. D. & Costa, R. A. A. M. (1996) Efeitos de estruturas de proteção costeira nas praias de Casa Caiada e Rio Doce-PE, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos*, 24: 19-37.
- Pereira, L. C. C., Jiménez, J. A. & Medeiros, C. (2003) Environmental degradation of the littoral of Casa Caiada and Rio Doce, Olinda-PE (Brazil). *Journal of Coastal Research*, 502-508.
- Pereira, L. C. C., Jiménez, J. A., Koenig, M. L., Porto Neto, F. F., Medeiros, C. & Costa, R. M. D. (2005) Effect of coastline properties and wastewater on plankton composition and distribution in a stressed environment on the north coast of Olinda-PE (Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(6): 1013-1026.
- Pereira, L. C. C., Medeiros, C., Jiménez, J. A. & Costa, R. D. (2006) Topographic changes in two highly sheltered beaches, Casa Caiada and Rio Doce PE (Brazil). *Journal of Coastal Research*, 644-647.
- Pessoa, L. A., Paiva, P. C., Paranhos, R. R., Echeverría, C. A., & Freitas, M. A. (2020) Distribuição espaço-temporal do macrobentos de infralitoral e espécies dominantes na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, 81(3).
- Peterson, C. H., Summerson, H. C., Thomson, E., Lenihan, H. S., Grabowski, J., Manning, L., ... & Johnson, G. (2000) Synthesis of linkages between benthic and fish communities as a key to protecting essential fish habitat. *Bulletin of Marine science*, 66(3): 759-774.
- Piló, D., Ben-Hamadou, R., Pereira, F., Carriço, A., Pereira, P., Corzo, A., ... & Carvalho, S. (2016) How functional traits of estuarine macrobenthic assemblages respond to metal contamination? *Ecological indicators*, 71: 645-659.
- Pinotti, R. M., Minasi, D. M., Colling, L. A. & Bemvenuti, C. E. (2014) A review on macrobenthic trophic relationships along subtropical sandy shores in southernmost Brazil. *Biota Neotropica*, 14(3).
- Pires-Vanin, A. M. S., Muniz, P., & De Léo, F. C. (2011) Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil: patterns of spatial and seasonal distribution. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59: 27-42.
- Queiroz, L. R. (2014) As praias arenosas do Estado do Ceará: relação entre ambiente físico e a estrutura de comunidade em um ambiente tropical. Tese de doutorado em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rocha, M. B.; Júnior, A. família spionidae (polychaeta) como bioindicadora de poluição orgânica em praias do rio de janeiro-brasil. VX Simpósio de Biologia Marinha. 2012.
- Rocha, L. R. (2018) Distribuição horizontal da macrofauna bêntica na Praia do Mangue Seco, Raposa-Maranhão, Brasil. Monografia, Graduação em Oceanografia. Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
- Roveri, V., Guimarães, L. L. & Correia, A. T. (2020) Temporal and spatial variation of benthic macroinvertebrates on the shoreline of Guarujá, São Paulo, Brazil, under the influence of urban surface runoff. *Regional Studies in Marine Science*, 36: 101-289.
- Santos, W. S. (2004) Moluscos dos substratos inconsolidados do mediolitoral do Estuário do rio Jaboatão, Pernambuco-Brasil. Tese de Doutorado, Programa

- de Pós-graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Santos, E. & Couto, E. (2015) DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BÊNICA DA PRAIA DA AVENIDA-ILHÉUS-BA, BRASIL. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, 11(22).
- Schenkova, J. & Helešic, J. (2006) Habitat preferences of aquatic Oligochaeta (Annelida) in the Rokytná River, Czech Republic-a small highland stream. (6-10). *In* Verdonshot P.F.M., Wang H., Pinder A., Nijboer R. (eds) Aquatic Oligochaete Biology IX. Developments in Hydrobiology, 186ª Edição. Springer, Dordrecht. 222 p.
- Schlacher, T. A., Schoeman, D. S., Dugan, J., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F. & McLachlan, A. (2008) Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine ecology*, 29: 70-90.
- Souza, C. R. DE G. (2009) A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. *Instituto de Botânica – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo*, 2009b: 48–69.
- Suguio, K. (1973) Introdução à sedimentologia. 8ª Edição. São Paulo, Edgard Blücher. 307 p.
- Valença, A. P. M. C. (2009) As comunidades macrobentônicas na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas de Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Oceanografia Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Viana, M. G., Rocha-Barreira, C. A. & Hijo, C. G. (2005) Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebenção da praia de Paracuru (Ceará-Brasil). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9(1): 75-82.
- Warwick, R. M. & Clarke, K. R. (1993) Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. *Marine ecology progress series*, 92: 221-231.
- Wilson, J. G. (1999) Population dynamics and energy budget for a population of *Donax variabilis* (Say) on an exposed South Carolina beach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 239(1): 61-83.

ANEXOS

DIRETRIZES PARA AUTORES DA REVISTA PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

CATEGORIAS DE MANUSCRITO / MANUSCRIPT CATEGORIES

Autores devem seguir o arranjo e hierarquia de cada categoria de escrito apresentada abaixo. Casos especiais de manuscritos que não se encaixam nas categorias abaixo podem ser analisados pela Equipe Editorial.

Artigos

Manuscritos nesta categoria necessitam apresentar (ao menos) **seis** páginas na versão eletrônica final publicada. Artigos devem conter resultados de pesquisa científica desenvolvida por um ou mais autores cujas informações não foram submetidas/publicadas parcialmente ou inteiramente em qualquer periódico/livro. O contexto científico de cada artigo deve estar embasado em literatura nacional e internacional atualizada. Artigos devem apresentar a seguinte organização sequencial: **(1)** título (conciso e informativo contendo até 25 palavras); **(2)** nome do(s) autor(es); **(3)** filiação institucional do(s) autor(es) juntamente com o endereço postal; **(4)** nome e e-mail do autor para correspondência; **(5)** Resumo (conciso e informativo delineando o objetivo e apresentando os principais resultados do estudo, contendo até 200 palavras); **(6)** Palavras chave (quatro a seis palavras que não se sobrepõe as do título); **(7)** Abstract (conforme o Resumo); **(8)** Key words (4 a 6 palavras idênticas as da seção 6); **(9)** Título curto não excedendo 40 caracteres; **(10)** Introdução; **(11)** Material e Métodos ou Metodologia; **(12)** Resultados, **(13)** Discussão ou **(14)** Resultados e Discussão; **(15)** Conclusão ou Considerações finais (opcional); **(16)** Agradecimentos (se necessários) e **(17)** Referências. Artigos submetidas nesta seção devem apresentar no mínimo seis páginas.

CITAÇÃO DE REFERÊNCIAS NO TEXTO

Os autores devem inserir as citações de referências no texto conforme, estritamente, o modelo apresentado abaixo (preste atenção no estilo de pontuação). As referências devem seguir uma ordem cronológica sempre que citadas entre parênteses.

- Um autor / One author: ...Filho (2016), Filho (2016a,b), Filho (2015, 2016), Filho (2015, 2016a,b), (Filho 2016), (Filho 2016a,b) ou (Filho 2015, 2016)...
- Dois autores / Two authors: ...Filho & Oliveira (2016), Filho & Oliveira (2016a,b), Filho & Oliveira (2015, 2016), Filho & Oliveira (2015, 2016a,b), (Filho & Oliveira 2016), (Filho & Oliveira 2016a,b), (Filho & Oliveira 2015, 2016) ou (Filho & Oliveira 2015, 2016a,b)...
- Três ou mais autores / Three or more authors: ...Filho et al. (2016), Filho et al. (2016a,b), Filho et al. (2015, 2016), Filho et al. (2015, 2016a,b), (Filho et al. 2016), (Filho et al. 2016a,b), (Filho et al. 2015, 2016) ou (Filho et al. 2015, 2016a,b)...
- Dois ou mais autores entre parêntese / Two or more authors in parentheses: ...(Filho 2016; Filho & Oliveira 2016; Filho et al. 2016; Filho et al. 2016a,b)...

O periódico não aceitará textos empregando literatura cinza. Os autores necessitam embasar os manuscritos através de estudos publicados em periódicos indexados, bem como livros ou capítulos de livro. Monografias, dissertações e teses podem ser mencionadas como referência.

REFERÊNCIAS

Todas as referências citadas no texto devem estar listadas nesta seção e seguir, estritamente, o modelo e a sequência apresentada abaixo (preste atenção no estilo de pontuação). Os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso (sem qualquer abreviação). Os editores recomendam a taxa de uma (1) página de “Referências” para quatro (4) páginas de texto (Introdução a Discussão). As referências mencionadas nesta seção devem seguir ordem alfabética.

Artigo

- Nome do autor (ano da publicação) Título do artigo. *Título do periódico sem abreviação e em itálico*, volume (número - opcional): intervalo de páginas.
- Nandy D.K. (2016) Relativistic coupled-cluster calculations of transition properties in highly charged inert-gas ions. *Physical Review A*, 94 (052507): 1–8.
- Salgueiro F.B. & Castro R.N. (2016) Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. *Química Nova*, 39(10): 1192–1199.
- Shakun J.D., Clark P.U., He F., Marcott S.A., Mix A.C., Liu Z., Otto-Bliesner B., Schmittner A. & Bard E. (2012) Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation. *Nature*, 484: 49–54.

Livro

- Nome do autor (ano da publicação) Título do livro. Edição do livro. Cidade da impressão: gráfica. Número total de páginas.
- Dajoz R. (2008) Princípios de Ecologia. 7ª edição. Porto Alegre: Artmed. 519 p.

Capítulo de livro

- Nome do autor do capítulo do livro (ano da publicação) Título do capítulo do livro (intervalo de páginas do capítulo). *In*: Nome dos editores ou organizadores do livro. Título do livro, edição ou volume do livro. Cidade da impressão: gráfica. Número total de páginas.
- Ponder W.F. & Keyzer R.G. (1998) Superfamily Rissoidae (p. 745–766). *In*: Beesley P.L., Ross G.J.B. & Wells A. (Eds). *Mollusca: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Vol. 5. Melbourne: CSIRO Publishing. 1234 p.
- Shimizu R.M. (2016) 35. Hemichordata (p. 578–585). *In*: Fransozo A. & Negreiros-Fransozo M.L. (Orgs). *Zoologia dos Invertebrados*. Rio de Janeiro: Roca. 661 p.

Monografia, dissertação e tese

- Nome do autor (ano da publicação) Título da monografia, dissertação ou tese. Monografia, Dissertação ou Tese, Informação sobre o Programa de Pós-Graduação. Instituição na qual a Pós-Graduação está vinculada, Cidade.
- Gay M.R.G. (2008) O desenvolvimento do raciocínio estatístico nos livros didáticos dos anos iniciais do ensino fundamental. Monografia, Especialização em Educação Matemática. Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- Filha V.L.S.A. (2007) Sílicas modificadas com centros básicos de nitrogênio, enxofre e oxigênio como adsorventes para cátions metálicos. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.
- Souza A.B. (2013) Conversão ascendente de frequências e absorção não linear de salicilaldeído azina. Tese de Doutorado, Instituto de Física. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas.

Base de dados eletrônica

- Nome do autor (ano da publicação) Título da base de dados. Endereço eletrônico (Data de acesso).
- Bouchet P. & Gofas S. (2013) Mollusca Base: World Register of Marine Species. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126> (Acessado em 11/10/2016).

FIGURAS

Mapas, fotografias, desenhos, gráficos, fórmulas e equações constituem figuras e devem ser cuidadosamente preparados. Todas as figuras devem ser numeradas em sequência usando números arábicos e citadas no texto como: (Figura 1), (Figura 2), (Figuras 1–2) ou (Figuras 1, 3). Figuras compostas devem ser identificadas como (Figura 1A), (Figura 1B), (Figura 1A–B), (Figura 1A, C), (Figuras 1A, C, 2, 3A) e apresentar legendas independentes. Os autores devem providenciar figuras com boa qualidade (formato TIFF ou JPEG e resolução mínima de 300 DPI) e, sempre que necessário, contendo barras de escala em quilômetros (km), metros (m), centímetros (cm), milímetros (mm) e/ou micrômetros (μm) para nortear o tamanho da área ou objeto. Os autores devem posicionar as chamadas das figuras (Figura 1) no texto. As legendas das figuras e as figuras devem aparecer preferencialmente após as Referências. As legendas das figuras devem ser concisas e autoexplicativas. Figuras coloridas serão bem recebidas. Os arquivos das figuras serão enviados, separadamente, após a aceitação do trabalho para publicação. Editores Assistentes tem o direito de efetuar pequenas modificações nas figuras, conforme a padronização do periódico.

TABELAS

Tabelas devem ser numeradas em sequência usando números arábicos e citadas no texto como (Tabela 1), (Tabela 2) ou (Tabelas 1–2). Linhas verticais não devem ser usadas nas tabelas. Os autores devem posicionar as chamadas das tabelas no texto. As legendas das tabelas e as tabelas devem aparecer preferencialmente após as Referências. As legendas das tabelas devem ser concisas e autoexplicativas.

UNIDADES, VALORES NUMÉRICOS, FÓRMULAS, COORDENADAS E NOMES CIENTÍFICOS

- Todos os números no texto devem ser apresentados como números arábicos
- O periódico reconhece as Unidades do Sistema Internacional, as quais devem ser empregadas na forma abreviada (e.g., km, m, kg, g)
- Use “t” para toneladas; “h”, “min” e “s” para horas, minutos e segundos (respectivamente)
- Use espaços entre quantidades e unidades (e.g., 2 m, 3 kg, 7 g), exceto graus celsius, coordenadas e percentagens (e.g., 37°C; 41°N, 1°17'E, 10%)
- Inclua espaços entre símbolos aritméticos e valores numéricos (e.g., > 7, < 7, a = b + 1)
- Use “.” como marcador decimal (e.g., 10.5, 12.25 etc.)
- Não inclua qualquer símbolo para separar centenas (e.g., 5200, 10300 etc.)
- Coordenadas (se possível), devem estar em graus, minutos e segundos (e.g., 24°32'75"S, 53°06'31"O)
- Nomes científicos genéricos e específicos devem estar em itálico e quando mencionados pela primeira vez no texto devem incluir o nome do autor e ano da descrição

Casos não contemplados aqui serão avaliados pela Equipe Editorial.