

**Análise da variação temporal da composição da comunidade
zooplanctônica da zona de arrebentação da Praia de Itaguaré,
Bertioga - SP**

Vitor Estanislau de Almeida Souza Lopes



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”



INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

Análise da variação temporal da composição da comunidade
zooplanctônica da zona de arrebentação da Praia de Itaguapé, Bertioga
- SP

Vitor Estanislau de Almeida Souza Lopes

Orientador: Prof. Dr. Teodoro Vaske Junior

Coorientador: Dr. Rafael Campos Duarte

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus do Litoral Paulista, UNESP,
para a obtenção do título de Mestre no Programa
de Pós-Graduação em Biodiversidade de
Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE
2024

L864a

Lopes, Vitor Estanislau de Almeida Souza

Análise da variação temporal da composição da comunidade zooplancônica da zona de arrebentação da Praia de Itaguapé, Bertioga - SP / Vitor Estanislau de Almeida Souza Lopes. -- São Vicente, 2004
48 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientador: Teodoro Vaske Junior

Coorientador: Rafael Campos Duarte

1. Baixada Santista. 2. Variação Temporal. 3. Zona de Arrebentação. 4. Zooplâncton. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, em especial meus pais, Vânia e Marcelo, e minhas avós, Iara e Lydia, por todo o amor e todos os ensinamentos, conselhos e sacrifícios ao longo de todos esses anos.

Ao Professor Teodoro, que acompanha minha vida acadêmica desde a graduação, obrigado por esta jornada, por todos os conselhos e por me orientar por todo este tempo.

Aos amigos e parceiros de laboratório e de campo, Beatriz, Felipe, Gabriela e Caio, que me ajudaram sempre que precisei. Obrigado por todas as risadas e pelo carinho.

Aos meus amigos, Jeferson, Marina, Lucas, Caio, Marcelo, André, Samantha, Bruna, Guilherme, Bruno, Gabriel, Lucilly, Amanda e Victor, por todos os momentos de risada e todo o apoio emocional que me deram durante esta jornada.

À UNESP IB/CLP e às técnicas da instituição, pelo acolhimento e pela disponibilidade de equipamentos e dos laboratórios, em especial ao pessoal do Laboratório Didático, Márcia, Luciana, Cláudia e Wagner, que sempre se colocaram à disposição quando necessário.

Por fim, agradeço também ao Programa de Pós-Graduação do câmpus e à agência de fomento CAPES, pela oportunidade de bolsa de pesquisa cedida para realizar este trabalho.

Resumo

As áreas de arrebentação possuem grande importância socioeconômica por fornecerem diversos serviços ecossistêmicos, além de também ter uma enorme importância ecológica, uma vez que estas áreas servem como abrigos contra predadores, áreas de alimentação e de reprodução para diversos organismos. Este estudo analisou a variação temporal, nictemeral e espacial da fauna zooplancônica existente nas praias de Itaguapé, uma Área de Proteção Permanente regida pelo mosaico de Unidades de Conservação composto pela Área de Proteção Marinha Litoral Centro e pelo Parque Estadual Restinga de Bertioxa, e Guaratuba, ambas localizadas no município de Bertioxa, Estado de São Paulo. Os organismos foram coletados com rede de plâncton através de arrastos horizontais, superficiais e perpendiculares à praia em profundidade de 1m em três diferentes pontos ao longo da costa. Os dados dos parâmetros abióticos da água também foram obtidos juntamente nestas coletas. As coletas ocorreram durante um período entre Setembro de 2021 e Fevereiro de 2023, durante os períodos diurno e noturno, a fim de avaliar a composição da comunidade de zooplâncton e suas variações durante os períodos do dia e as estações do ano. O zooplâncton da praia analisada foi representado por 39 táxons de 11 diferentes filos. Ao longo do estudo, foi constatada a variação da composição da comunidade em relação ao ponto de coleta, período do dia e estação do ano. Ambas as análises de densidade de organismos e de presença e ausência de espécies demonstraram diferenças significativas ($p < 0,003$ e $p < 0,001$, respectivamente). A maior densidade de organismos e frequência encontrada foi atribuída ao grupo Copepoda, seguida dos grupos Hydrozoa e Appendicularia. Os grupos com a maior taxa de contribuição para a diferenciação das comunidades nessa escala espaço-temporal foram Pleocyemata, Paguridae, Brachyura, Amphipoda (Caprellidira) e Salpidae. O presente estudo conclui que a comunidade zooplancônica da zona de arrebentação da Praia de Itaguapé (Bertioxa/SP) é composta por uma comunidade diversa, com alguns grupos residentes e diversas espécies raras, que tornam estas comunidades dinâmicas, refletindo as ações conjuntas dos processos abióticos e bióticos.

Palavras-chave: Baixada Santista; variação temporal; zona de arrebentação; zooplâncton

Abstract

Although poorly studied, surf zones have great socio-economic importance as they provide diverse ecosystemic services, in addition to having enormous ecological importance, hence these areas serve as shelters against predators, feeding and reproduction areas. This study analyzed the seasonal, nictemeral and spatial variation of the zooplankton fauna existing in Praia de Itaguapé, a Permanent Protection Area governed by the mosaic of Conservation Units composed of the Litoral Centro Marine Protection Area and the Restinga de Bertiooga State Park, in the municipality of Bertiooga, State of São Paulo. The organisms were collected with a plankton net through horizontal, superficial and perpendicular trawls to the beach at a depth of 1m at three different points along the coast. Data on abiotic water parameters were also obtained together in these collections. Collections took place during a period between September 2021 and February 2023, during day and night periods, in order to evaluate the composition of the zooplankton community and their vertical migrations. The zooplankton of the analyzed beach was represented by 39 taxa. The composition of the fauna was highly diverse and, throughout the study, variation in the composition of the community was observed in relation to the collection point, time of day and season of the year. Both analyzes of abundance and presence and absence of species demonstrated significant differences ($p < 0.003$ and $p < 0.001$, respectively). The greatest abundance and frequency found was attributed to the Copepoda group, followed by the Hydrozoa and Appendicularia groups. The groups with the highest contribution rate to community differentiation on this spatio-temporal scale were Pleocyemata, Paguridae, Brachyura, Amphipoda (Caprellidira) and Salpidae. During the night there was a large increase in the density of organisms in the water column, especially mysids, Decapoda zoea and juvenile fish and polychaetes. The present study concludes that the zooplankton community in the surf zone of Praia de Itaguapé (Bertiooga/SP) is composed of a highly diverse community, with some resident groups and some rare species, which make these communities dynamic, reflecting the joint actions of the processes abiotic and biotic.

Keywords: Baixada Santista; temporal variation; surf zone; zooplankton

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	15
3. Área de Estudo.....	15
3.1. Geomorfologia e Oceanografia.....	16
3.2. Clima.....	17
4. Métodos.....	18
4.1. Amostragem Zooplanctônica e Obtenção de Variáveis Ambientais.....	18
4.2. Processamento das Amostras e Análise da Fauna Zooplanctônica.....	19
4.3. Tratamento dos Dados e Análise Estatística.....	20
5. Resultados.....	21
5.1. Variáveis Ambientais.....	21
5.2. Comunidade Zooplanctônica.....	26
6. Discussão.....	33
7. Considerações Finais.....	36
8. Referências Bibliográficas.....	37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Terminologia para a designação de várias partes constituintes das zonas costeiras segundo Suguio, em confronto com os modelos de outros autores. 12
- Figura 2.** Localização da Praia de Itaguaré, no Município de Bertioga, SP. 16
- Figura 3.** Imagem de satélite das praias de Itaguaré e Guaratuba, evidenciando os pontos de amostragem . (Pontos 1, 2 e 3, respectivamente). 19
- Figura 4.** Distribuição das amostras ambientais pela Análise de Componentes Principais (PCA). 22
- Figura 5.** Temperatura obtida, em graus celsius (°C), nos pontos de amostragem para os períodos vespertino e noturno. 23
- Figura 6.** Temperatura obtida, em graus celsius (°C), durante as estações do ano para os períodos vespertino e noturno. 23
- Figura 7.** Turbidez da água, medida em unidades nefelométricas de turbidez (NTU), observada durante a amostragem. 24
- Figura 8.** Salinidade da água (%) observada durante as coletas. 25
- Figura 9.** Oxirredução da água, em potencial de milivolts (ORPmv), observado durante as coletas. 25
- Figura 10.** Histograma mostrando as frequências absolutas de captura de cada um dos táxons observados durante o período amostral, levando em consideração os pontos de amostragem, período do dia e época do ano. 27
- Figura 11.** Comparação das densidades médias (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante a primavera. 30
- Figura 12.** Comparação das densidades médias (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o verão. 31

Figura 13. Comparação das densidades médias (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o outono. **32**

Figura 14. Comparação das densidades médias (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o inverno. **32**

TABELAS

- Tabela 1.** *Lista dos táxons organizados nos grandes grupos do zooplâncton presentes na zona de arrebentação interna na Praia de Itaguapé, capturados nos períodos vespertino e noturno. Est: Estágio de vida; Ad: Adulto; Juv: Juvenil; La: Larva; Pl: Pós-larva; Nau: Náuplio; Zoe: Zoea; Dec: Decapopodito; Meg: Megalopa* **26**
- Tabela 2.** PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à presença/ausência dos táxons observados, incluindo o grupo Copepoda. **28**
- Tabela 3.** PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à densidade dos táxons observados, incluindo o grupo Copepoda. **29**
- Tabela 4.** PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à presença/ausência dos táxons observados, excluindo o grupo Copepoda. **29**
- Tabela 5.** PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à densidade dos táxons observados, excluindo o grupo Copepoda. **30**

1. Introdução

A zona costeira brasileira contempla uma faixa de 8.698 Km, concentrando quase 25% da população do país (SEMA, 2021), espalhada por aproximadamente 280 municípios (IBGE, 2020). Nesta área também é possível evidenciar uma grande variedade de ecossistemas terrestres e aquáticos, como por exemplo a Mata Atlântica, manguezais e estuários, que formam habitats únicos para diversas espécies animais e vegetais, além de abrigar locais de importante biodiversidade (Suman, 2020; WWF, 2021). Entretanto, tais ambientes são frequentemente sensíveis e facilmente degradáveis, ou seja, são ambientes que possuem uma alta habilidade de se transformar devido à características externas, principalmente através de processos de erosão e inundação, causados em sua maioria por eventos de tempestade, desmatamento e pela ação antrópica neste espaço geográfico limitado (Hansom, 2001; Suman, 2020; Anfuso et al, 2021).

As praias arenosas são os ecossistemas mais abundantes encontrados nas zonas costeiras. Elas constituem importantes zonas de transição entre as zonas marinha e continental (Defeo & McLachlan, 2005), além de possuir grande importância socioeconômica e ambiental por prover diversos serviços ecossistêmicos à população, como por exemplo o extrativismo, o lazer e o turismo (Brown & McLachlan, 1990; Defeo & McLachlan, 2013; Vaske et al, 2019; Suman, 2020). As praias arenosas podem ser definidas, de uma forma mais generalizada, como uma região constituída por sedimento inconsolidado, geralmente arenoso, e que se desenvolve ao longo de corpos d'água como oceanos, mares e lagos. Além disso, este ecossistema limita-se desde o nível de baixamar média (profundidade na qual as ondulações ainda interagem com o substrato de fundo), até o limite das ondas de eventos de tempestade, ou então, onde haja mudanças na fisiografia (Suguio, 1992).

O ambiente praial é considerado extremamente frágil, uma vez que abriga diversos ambientes, como por exemplo as dunas, sujeitos a agentes externos como a ação das ondas e dos ventos, eventos de tempestade e/ou ciclones, e a ação antrópica, capazes de transformar fisicamente estes ambientes, de formas até irreversíveis. Além disso, as praias possuem alta importância biológica e ecológica devido à existência de uma alta concentração de biomassa (que varia diante da hidrodinâmica local) e de diversos organismos que compõem as cadeias tróficas marinhas (Brown & McLachlan, 1990). Diferentes processos como tamanho do grão, marés e declive praial influenciam e regulam a abundância e a distribuição da fauna residente

nestes ambientes, como crustáceos, peixes e bivalves (Defeo & McLachlan, 2005; Defeo & McLachlan, 2013).

De uma forma mais geral, a praia pode ser setorizada em diversos compartimentos e, para designar cada uma destas sessões, diversas terminologias são utilizadas e discutidas na literatura (Figura 1). Tessler e Mahiques (2000) realizaram uma revisão sobre a utilização dos termos utilizados para designar os setores da face praial, e evidenciaram que só há concordância nas terminologias em relação às porções emersas das praias, tornando assim difícil estabelecer uma nomenclatura universal para denominar os diversos compartimentos da faixa praial.

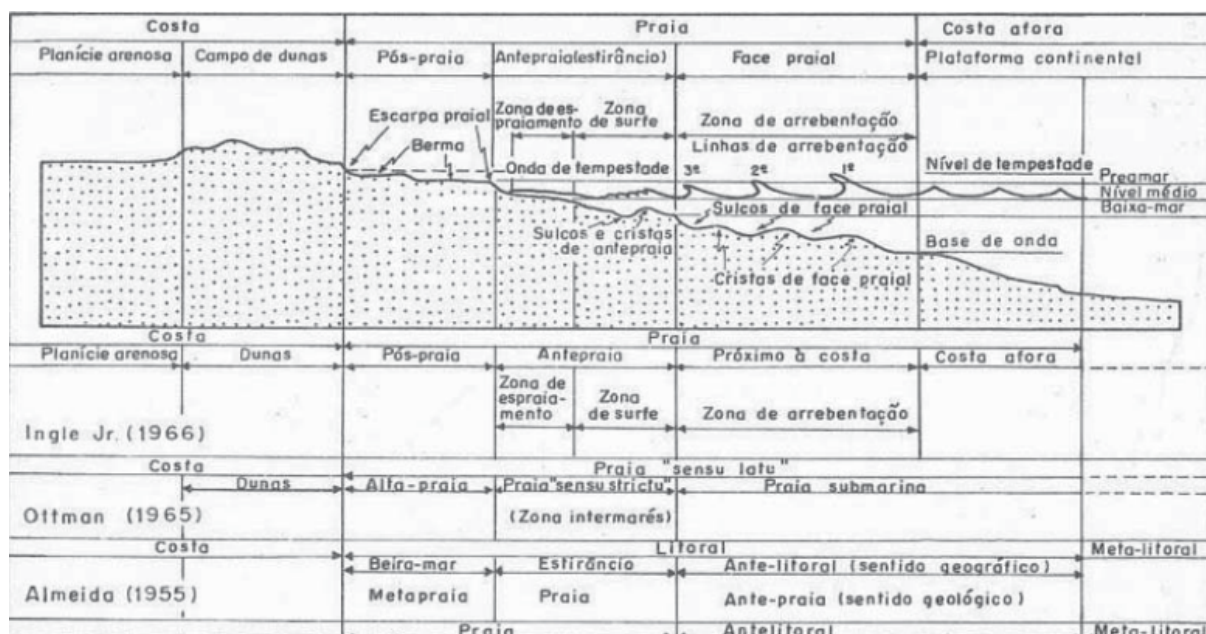


Figura 1 - Terminologia para a designação de várias partes constituintes das zonas costeiras segundo Suguio (acima), em confronto com os modelos de outros autores (abaixo). Fonte: Suguio (1992).

As zonas de arrebenção, ou *surf zones*, são definidas como a porção do perfil praial onde ocorre o processo de instabilização e quebra das ondas incidentes (Silva, 2005), tornando estes ambientes altamente energéticos e dinâmicos devido à ação das ondas e da turbulência (Battjes, 1988; McLachlan, 1980; Hoefel, 1998; Pessanha e Araújo, 2003). A ação direta das ondas somada à movimentação das correntes costeiras proporciona não só o transporte de sedimentos, mas também é responsável por manter grande quantidade de matéria orgânica em suspensão, concentrando detritos e fitoplâncton na coluna d'água (Brown & McLachlan, 1990; Rörig et al, 1997, McLachlan & Brown, 2006; Ferreira, 2007). Também possuem grande importância biológica, podendo servir de áreas de alimentação, crescimento e reprodução para diversos organismos marinhos devido à alta dinamicidade local, além de

propiciar o estabelecimento de comunidades zooplantônicas (Warfel & Merriman, 1944; Lasiak, 1981; Paiva Filho & Toscano, 1987; Vaske et al, 2019).

A definição de plâncton surgiu em 1884, derivada da palavra grega “*planao*”, que significa “vagar” (Hensen, 1884). Desde então, o termo é utilizado para abranger todos os organismos da coluna d’água sem capacidade de locomoção própria ou com capacidade de locomoção insuficiente para resistir às correntes, podendo englobar desde vírus à metazoários (Lenz, 2000). A comunidade planctônica marinha é composta por diversos táxons, abrangendo uma ampla gama de espécies, tanto de animais como de vegetais (Brandini et al, 1997). O fitoplâncton é a porção autotrófica do plâncton, responsável por menos de 1% da biomassa fotossintetizante do planeta, ao mesmo tempo em que produz quase 50% da produção primária terrestre, além de ser uma das mais importantes fontes de energia de ecossistemas aquáticos (Field et al, 1998; Winder & Sommer, 2012)

O zooplâncton por sua vez, engloba dentro de sua comunidade a maioria dos filos marinhos, desde poríferos até cordados, o que a torna uma comunidade extremamente complexa (Raymont, 1983; Nibakken, 1993; Lopes, 2007). Dentre os distintos organismos pertencentes a esta comunidade, há espécies classificadas e denominadas como holoplanctônicas (também conhecidos como “plâncton verdadeiro”, euplâncton ou plâncton permanente), ou seja, que completam todo seu ciclo de vida no plâncton; e espécies denominadas meroplanctônicas (hemiplâncton ou plâncton temporário), correspondente a táxons que permanecem no plâncton apenas em alguma fase de seu ciclo de vida, geralmente nas fases iniciais, na forma de ovos e larvas (Brandini et al., 1997; McLachlan & Brown, 2006; Lopes, 2007; Suthers & Rissik, 2009).

As teias alimentares em ecossistemas praias são principalmente baseadas em recursos marinhos, como por exemplo o fitoplâncton, o sargazo e carcaças de animais que eventualmente encalham na praia (McLachlan & Brown, 2006). Esses sistemas geralmente suportam até três teias alimentares: (1) uma teia discreta composta por organismos intersticiais (bactérias, protozoários e meiofauna); (2) a alça microbiana encontrada na zona de arrebentação (fitoplâncton, bactérias e protozoários); e (3) uma teia alimentar macroscópica, estruturada pela macrofauna (crustáceos, poliquetas, moluscos, etc), zooplâncton, peixes e aves (Heymans & McLachlan, 1996; McLachlan & Brown, 2006). As teias intersticiais e macroscópicas são desconectadas e não possuem nenhuma ligação trófica aparente, embora sua importância relativa possa variar dependendo do tipo de praia (McLachlan & Brown, 2006; Defeo & McLachlan, 2013). A estrutura da comunidade de fitoplâncton, e eventualmente de seus consumidores, responde a diversas variáveis, entre elas

luz, disponibilidade de nutrientes e constituintes orgânicas (Wetzel, 1995). Os peixes, por sua vez, podem variar de acordo com a turbidez, uma vez que podem adaptar comportamentos não-visuais para detectar predadores e presas (Abrahams & Kattenfeld, 1997).

O zooplâncton em áreas de arrebentação de praias arenosas, principalmente a macrofauna com capacidade de natação (em especial peixes e camarões), é amplamente estudado no mundo (McLachlan & Brown, 2006). No Brasil, uma gama de estudos com o objetivo de analisar a composição e variação da fauna zooplanctônica costeira têm sido desenvolvidos. No entanto, há uma certa lacuna quanto às comunidades de zona de arrebentação, gerando assim pouco conhecimento quanto à distribuição e ocorrência de diversos grupos taxonômicos, e até grupos de interesse comercial (Moreno, 2017). Os poucos estudos publicados sobre zooplâncton das zonas turbulentas de praias arenosas brasileiras ainda estão relacionados a um grupo taxonômico específico ou quando analisam a composição e distribuição da comunidade zooplanctônica em sua totalidade, ainda assim, enfatizam apenas um determinado grupo taxonômico, em especial as espécies de valor comercial. McLachlan & Brown (2006) acreditam que esta escassez bibliográfica pode estar vinculada à dificuldades de coleta em zona de arrebentação devido à ação hidrodinâmica, principalmente em praias mais expostas. Os estudos publicados sobre as dinâmicas das comunidades são importantes para a definição das políticas pesqueiras locais quanto à alimentação e recrutamento de grupos taxonômicos, além de também auxiliarem no entendimento de estudos de impacto ambiental (Aguilar, 2003; Cisneros-Montemayor et al., 2012; Han et al, 2016).

Dito isso, levando em consideração as lacunas bibliográficas existentes para a região e a importância ecológica do zooplâncton para as áreas de arrebentação, este estudo busca documentar a comunidade zooplanctônica de uma praia arenosa, localizada no litoral central do Estado de São Paulo, Brasil.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Analisar os componentes da comunidade zooplanctônica, presente na zona de arrebentação das praias arenosas de Itaguapé e Guaratuba, localizadas no município de Bertogiá (SP).

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar a composição zooplanctônica existente na zona de arrebentação das Praia de Itaguapé e Guaratuba, Bertioga (SP);
- Determinar a abundância zooplanctônica total e dos principais grupos taxonômicos ao longo do tempo e período do dia;
- Caracterizar os principais grupos taxonômicos quanto à frequência de ocorrência e porcentagem de contribuição;
- Analisar a estrutura da comunidade zooplanctônica e sua variação quali-quantitativa em escala temporal e nictemeral (período diurno e noturno) e em relação às variáveis ambientais;

3. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no setor Norte do município de Bertioga, no Litoral Central do Estado de São Paulo (Figura 2).

O município de Bertioga está situado na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), localizada na parte central do litoral do Estado de São Paulo. O município abrange 491,5 Km² fazendo confluência com 6 outros municípios: ao Norte, Salesópolis, Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes; a Leste, São Sebastião; a Oeste, Santos; e a Sul, Guarujá (Bertioga, 2023).

A praia de Itaguapé está inserida dentro do Parque Estadual restinga de Bertioga (PERB), uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada em Dezembro de 2010 através do Decreto Estadual nº56.500 e regida pela Fundação Florestal (Fundação Florestal, 2022), enquanto que a parte marinha e o Rio Itaguapé se encaixam dentro da Área de Proteção Marinha Litoral Centro, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, criada em 2008, complementar à proteção do PERB (Fundação Florestal, 2021).



Figura 2 - Localização da Praia de Itaguaré, no município de Bertioga, SP.

3.1. Geomorfologia e Oceanografia

A praia de Itaguaré apresenta um arco praial de orientação SW-NE e aproximadamente 3,5 Km de extensão e posiciona-se entre as praias da Riviera de São Lourenço e de Guaratuba, sendo classificada em termos geomorfológicos como intermediária tendendo a dissipativa, de baixa declividade (Capel, 2009; Freitas, 2015), dominada principalmente pelas ondas (Souza, 1997). Esse sistema praial é dominado por ondulações provenientes de sul-sudeste (SSE), sudeste (SE) e sul (S), geradas em oceano aberto e variando de 0,5 a 2m de altura, com períodos entre 3 a 30 segundos e, intervalos entre 9 e 11 segundos (Tessler et al, 2006; Camargo, 2012; Souza, 2012). Além disso, apresenta uma corrente de deriva litorânea no sentido nordeste (NE) (Camargo, 2012) e ventos predominantes de leste a noroeste, principalmente durante o verão. O avanço de frentes frias muda a direção dos ventos de leste para o quadrante sul (Tessler, 1988). As costas sudeste e sul recebem predominantemente ondulações de sudeste, gerada na zona subpolar do Atlântico Sul, e apresenta um regime de micromarés do tipo semi-diurna, com amplitude inferior a 2

metros, resultando em um processo físico de pouca influência nos ambientes praias ou modificação das correntes oceânicas (Camargo, 2012).

3.2. Clima

O clima do litoral do Estado de São Paulo se encaixa na classificação de tropical úmido sem estação seca definida (Af), segundo a classificação de Köppen (Köppen & Geiger, 1928; James, 1992; Baraldo, 2018). As características climáticas regionais são regidas pela forte influência exercida pelos sistemas atlânticos polares e tropicais. A massa Tropical Atlântica, que atua sobre a região ao longo do ano, é caracterizada por ser uma massa quente e úmida. Esta massa penetra no continente segundo a direção E – W, sendo significativamente afetada pelo confronto com as massas de ar Polar e com as massas de ar Continental Tropical e Continental Equatorial (PRIMAC, 2005). Essa caracterização climática é determinada, no litoral paulista, principalmente pela geomorfologia da costeira, composta por uma topografia irregular com serras, morros, vales e planície, capaz de influenciar diretamente a circulação atmosférica em baixas altitudes (Monteiro, 1973; Sant’Anna Neto, 1994; Amorim & Oliveira, 2007).

Na área central do Estado de São Paulo, onde se situa o município de Bertioga, ocorre a transição dos climas zonais e regionais. Devido a esta condição e à marcante influência orográfica da Serra do Mar, neste setor ocorre o maior número de choques entre os sistemas tropicais e extratropicais, tornando a região a mais chuvosa do Estado de São Paulo, com totais de chuva anuais que variam entre 2000 e 3000 mm (Sant’Anna Neto, 2000). Embora exista uma sazonalidade no período de chuvas, sendo mais intensas no verão e menos frequentes no inverno, Pereira (2011) mostrou uma média amostral de pluviosidade menor do que a média histórica do DAEE para o verão, outono e parte do inverno (mínima de 74 mm), além de também mostrar um maior volume de chuvas na região para o inverno e a primavera (máxima de 300 mm), evidenciando uma pluviosidade significativa ao longo do ano.

Em uma série histórica de dados do período de 1888 a 1921, a temperatura no município de Santos (que incluía o distrito de Bertioga na época) apresenta uma média anual de 21,9°C, com uma máxima de 31,8°C e uma mínima de 5°C (Queiroz Neto & Küpper, 1965). Dados mais recentes de uma série histórica que compreende de 1974 a 1993 mostram uma temperatura média anual de 21°C, com máxima de 30,7°C e mínima de 7,3°C. O período

mais quente na região abrange os meses de outubro a março, enquanto que a época mais fria dá-se de junho a agosto (Rossi, 1999; Moreira, 2007; Buchianeri, 2017).

4. Métodos

4.1. Amostragem Zooplanctônica e Obtenção de Variáveis Ambientais

A coleta de dados foi realizada em três (03) diferentes pontos localizados ao longo das praias de Itaguapé e Guaratuba (Figura 3), localizados dentro da zona de arrebentação interna das praias em questão. A seleção dos pontos consistiu nas possíveis diferenças na dinâmica praiar devido à presença do estuário do Rio Itaguapé e da costa embainhada no quadrante oeste da praia de Itaguapé, o que poderia alterar os parâmetros abióticos da água naquelas localidades. Além disso, cada um dos pontos de amostragem escolhidos é relacionado a um tipo de ambiente específico: o Ponto 1 ($23^{\circ}47'32.51''\text{S}$, $45^{\circ}59'29.03''\text{O}$), um ambiente de praia mais embainhada, com maior ação de ondas e influência da proximidade do costão rochoso; o Ponto 2 ($23^{\circ}46'47.98''\text{S}$, $45^{\circ}57'42.97''\text{O}$), recebendo influência direta do estuário do Rio Itaguapé; e o Ponto 3 ($23^{\circ}46'26.91''\text{S}$, $45^{\circ}56'34.14''\text{O}$), um ambiente de praia mais aberta, com influência maior dos fatores oceânicos. Os pontos selecionados foram amostrados durante dois anos consecutivos, de Setembro de 2021 a Fevereiro de 2023, nos períodos diurno e noturno. Durante o período amostral foi possível obter dados de todas as estações do ano.

A fauna zooplanctônica foi coletada através de uma atividade de arrasto superficial contínua, horizontal e paralela à linha de costa, utilizando uma rede de zooplâncton cilíndrico-cônica com 50 cm de diâmetro de abertura da boca da rede, 120 cm de comprimento e 180 μm de malha. O arrasto foi realizado por duas pessoas que percorreram por 5 minutos uma distância de aproximadamente 50 m, a uma profundidade de 1 m. Ainda em campo, os organismos capturados foram anestesiados com Cloreto de Magnésio (7,5%), evitando assim a contração dos organismos, como também a expulsão do conteúdo intestinal e perda de sacos ovígeros. Para a preservação e fixação das amostras, utilizou-se uma solução de formaldeído tamponado com tetraborato de sódio em concentração final de 4%, uma vez que a ação do formol pode causar dano à estrutura dos organismos (Haney & Hall, 1973). Por fim, o conteúdo de cada uma das amostras foi armazenado em frascos plásticos com capacidade de 500 ml. Em cada um dos pontos de coleta em questão, foram realizadas três réplicas em cada um dos períodos (vespertino e noturno).

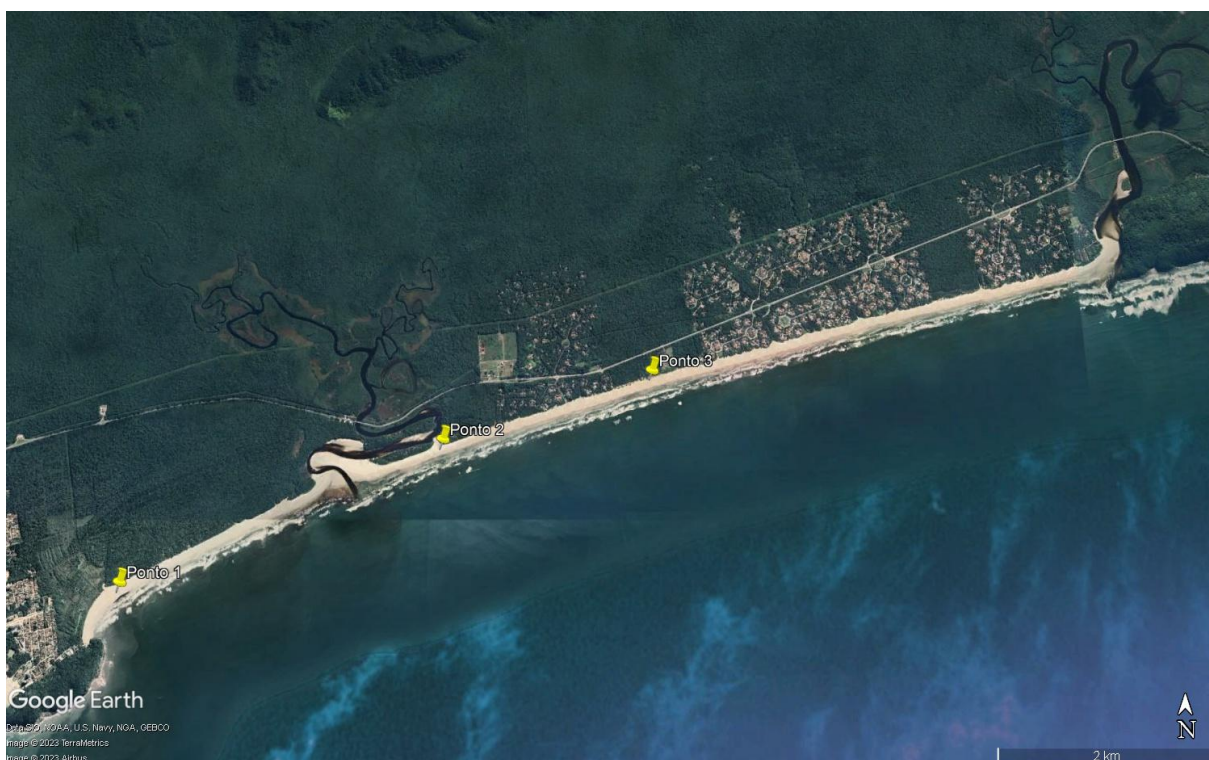


Figura 3 - Imagem de satélite das praias de Itaguapé e Guaratuba, evidenciando os pontos de amostragem . (Pontos 1, 2 e 3, respectivamente). Imagem obtida através do software Google Earth.

No momento das coletas, também foram obtidos os parâmetros abióticos da água através de uma sonda multiparâmetros (Horiba U-50 Multiparameter Water Quality Checker). Os parâmetros analisados incluem: salinidade, temperatura da água, oxigênio dissolvido, turbidez, potencial de oxidação-redução, condutividade, sólidos totais dissolvidos e pH da água.

4.2. Processamento das Amostras e Análise da Fauna Zooplânctônica

Para a análise do zooplâncton coletado, cada uma das amostras foi primeiramente homogeneizada, e em seguida foi retirado 6 ml da amostra, colocada em placa de petri setorizada em nove quadrantes de 2 cm x 2 cm. Cada uma destas alíquotas foi realizada em um total de três réplicas por amostra analisada. A triagem, identificação e quantificação dos táxons foi realizada sob estereomicroscópio binocular (Zeiss). Para a análise qualitativa da fauna coletada, foram utilizados guias compilados (Fauchald, 1977; Boltovskoy, 1981; Todd & Laverack, 1991; Lenz, 2000). A identificação do zooplâncton foi realizada em distintos níveis taxonômicos, buscando sempre o melhor refinamento ao menor nível taxonômico possível. A maior parte da fauna analisada foi classificada em ordem e/ou classe, porém alguns espécimes foram reconhecidos à nível de gênero e/ou espécie. A identificação dos

organismos foi validada de acordo com a base de dados *WoRMS* (*World Register of Marine Species*). Os táxons identificados foram relacionados a grandes grupos para melhor visualização gráfica.

A densidade da fauna zooplancônica (org.m^{-3}) foi calculada através da fórmula proposta por Newell & Newell (1963), considerando o número total de indivíduos presente na amostra (estimado através da subamostragem da mesma), dividido pelo volume de água filtrado (m^3) utilizando a fórmula: $n^\circ \text{ org.m}^3 = n / v$; onde n representa o número de indivíduos estipulado na amostra; e v o volume de água filtrado pela rede. O volume de água filtrado foi calculado em função da área percorrida do arrasto (cilindro) pela fórmula: $V = \pi r^2 \cdot d$; onde r representa o raio da abertura da rede; e d representa a distância percorrida no arrasto.

A porcentagem de contribuição dos grupos taxonômicos foi obtida através da divisão dos dados de frequência de cada grupo analisado, pela abundância total da fauna capturada. A frequência de ocorrência foi determinada através da divisão do número de amostras na qual o táxon foi registrado, pelo total de coletas realizadas e, o resultado foi apresentado em porcentagem, agrupando então os grupos taxonômicos como muito frequentes ($n > 75\%$), frequentes ($50\% < n \leq 75\%$), esporádicos ($25\% < n \leq 50\%$) ou raros ($n \leq 25\%$).

4.3. Tratamento dos Dados e Análise Estatística

Cada um dos parâmetros abióticos da água obtidos nas coletas foi comparado entre os três pontos de coleta, os períodos de amostragem (vespertino e noturno) e ao longo dos meses através de uma análise de variância (ANOVA) de três fatores, a fim de verificar a existência de variação espacial ou temporal em pequena ou grande escala nos parâmetros ambientais da praia de Itaguaré. Além desta análise univariada, foi efetuada uma análise multivariada com base em todos os parâmetros abióticos. Para isso, foi realizada primeiramente uma Análise de Componentes Principais (PCA) para a visualização das eventuais diferenças nos parâmetros abióticos entre locais e períodos/meses de coleta. Posteriormente, o mesmo modelo linear descrito acima será utilizado em uma PERMANOVA (Análise de Variância Permutacional) (Anderson, 2001) para testar diferenças nas condições ambientais entre os mesmos fatores.

Com relação às variáveis bióticas, a riqueza (número) de espécies obtida para a comunidade zooplancônica será comparada separadamente entre os pontos de coleta, períodos e meses de amostragem através de uma ANOVA de três fatores, similar àquela aplicada para as variáveis abióticas. Além disso, a estrutura da comunidade será comparada

entre pontos de coleta, período e meses de amostragem por meio de uma PERMANOVA, com base na presença/ausência das espécies amostradas. A frequência de ocorrência também foi determinada utilizando a matriz de presença/ausência, através da divisão do número de amostras na qual o táxon foi registrado, pelo total de coletas realizadas e, o resultado foi apresentado em porcentagem, dessa forma os grupos taxonômicos foram classificados como muito frequentes ($n > 75\%$), frequentes ($50\% < n \leq 75\%$), esporádicos ($25\% < n \leq 50\%$) ou raros ($n \leq 25\%$). Por fim, o procedimento de Similaridade de Percentagens (SIMPER) será realizado a fim de indicar quais espécies e/ou grupos mais contribuíram para explicar as possíveis diferenças da estrutura da comunidade entre os diferentes períodos, locais e meses de coleta. Todos os testes estatísticos foram efetuados através do software RStudio (2020).

5. Resultados

5.1. Variáveis Ambientais

Em relação às variáveis abióticas, através da PCA foi possível ver um agrupamento dos dados em relação às estações do ano e um pequeno agrupamento em relação aos períodos de coleta (Figura 4). A partir disso, através de uma PERMANOVA e do procedimento de dissimilaridades SIMPER, foi possível constatar que houve uma interação tripla significativa entre os fatores Ponto de Coleta, Estação do Ano e Período de Coleta ($p = 0.001$), onde as variáveis com as maiores contribuições para estas mudanças foram Temperatura, Turbidez, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e Oxirredução. Então, estas variáveis foram analisadas individualmente, a fim de ver quais fatores influenciam suas diferenças. Dentre as variáveis acima, apenas o Oxigênio dissolvido não obteve nenhum grau de significância em nenhuma das interações de fatores.

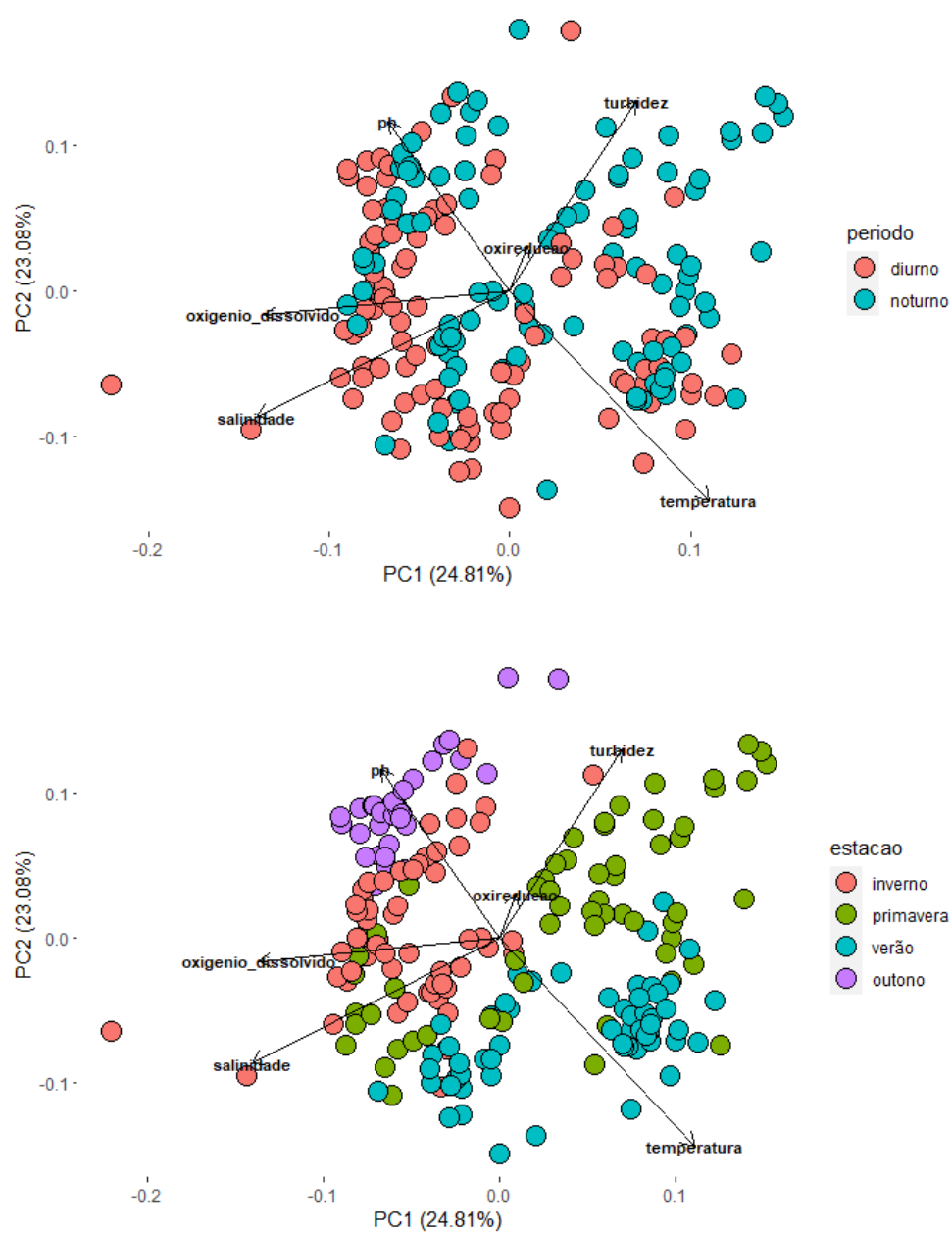


Figura 4 - Distribuição das amostras ambientais pela Análise de Componentes Principais (PCA). As amostras foram representadas de duas maneiras: pelo período de amostragem, em duas categorias (diurno e noturno), representada acima; e pela estação do ano, em quatro categorias (primavera, verão, outono e inverno), representada abaixo.

A temperatura, quando comparada ao período e ao ponto de amostragem, possui uma diferença em suas médias durante o período vespertino ($p < 0,001$), enquanto que esta diferença de médias desaparece durante o período noturno (Figura 5). Quando comparamos então a estação de amostragem com o período do dia, é possível notar diferenças significativas nas médias dos períodos durante a Primavera ($p < 0,001$) e no Verão ($p = 0,0134$) (Figura 6). Os maiores valores de temperatura da água foram registrados no verão e variaram entre 29,31°C (diurno) e 28,48°C (noturno). Já as temperaturas mínimas encontradas foram registradas no inverno, com 21,93°C (diurno) e 22,06°C (Noturno) (Figura 6).

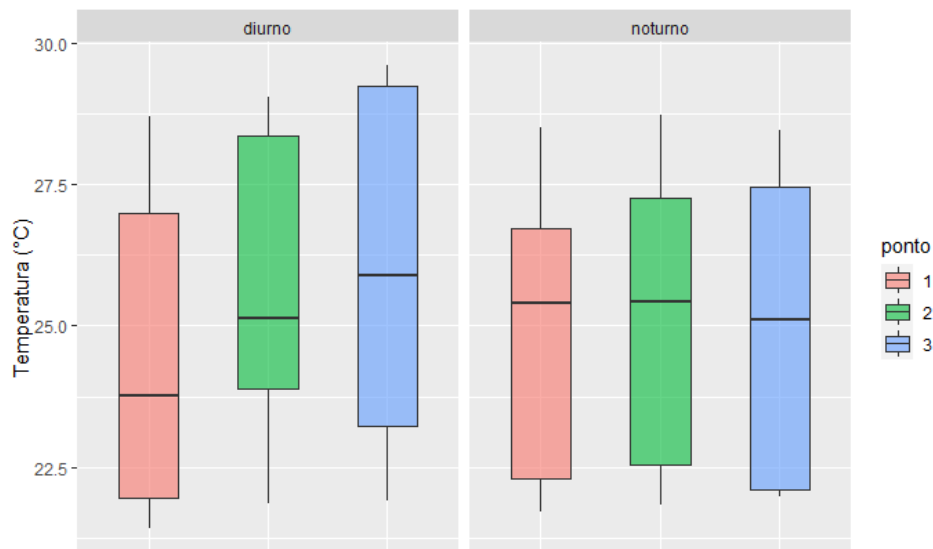


Figura 5 - Temperatura obtida, em graus celsius (°C), nos pontos de amostragem para os períodos vespertino e noturno.

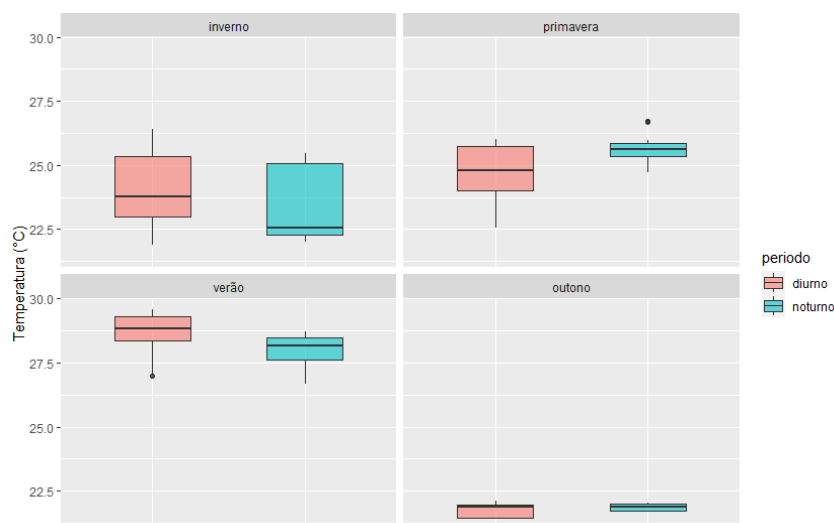


Figura 6 - Temperatura obtida, em graus celsius (°C), durante as estações do ano para os períodos vespertino e noturno.

Quanto à turbidez, pode-se notar uma diferença das médias obtidas durante a amostragem com interação entre os três fatores observados - ponto de coleta, período e estação do ano ($p < 0,001$) (Figura 7). As maiores médias foram observadas durante o período noturno ($p = 0,1306$), em especial durante a primavera, chegando à uma média máxima de 25.09 NTU ($p < 0,001$). Observou-se também uma diferença entre os pontos de coleta ($p = 0,020$), com destaque para os pontos 1 e 2 (praia embainhada e desembocadura do Rio Itaguaré, respectivamente).

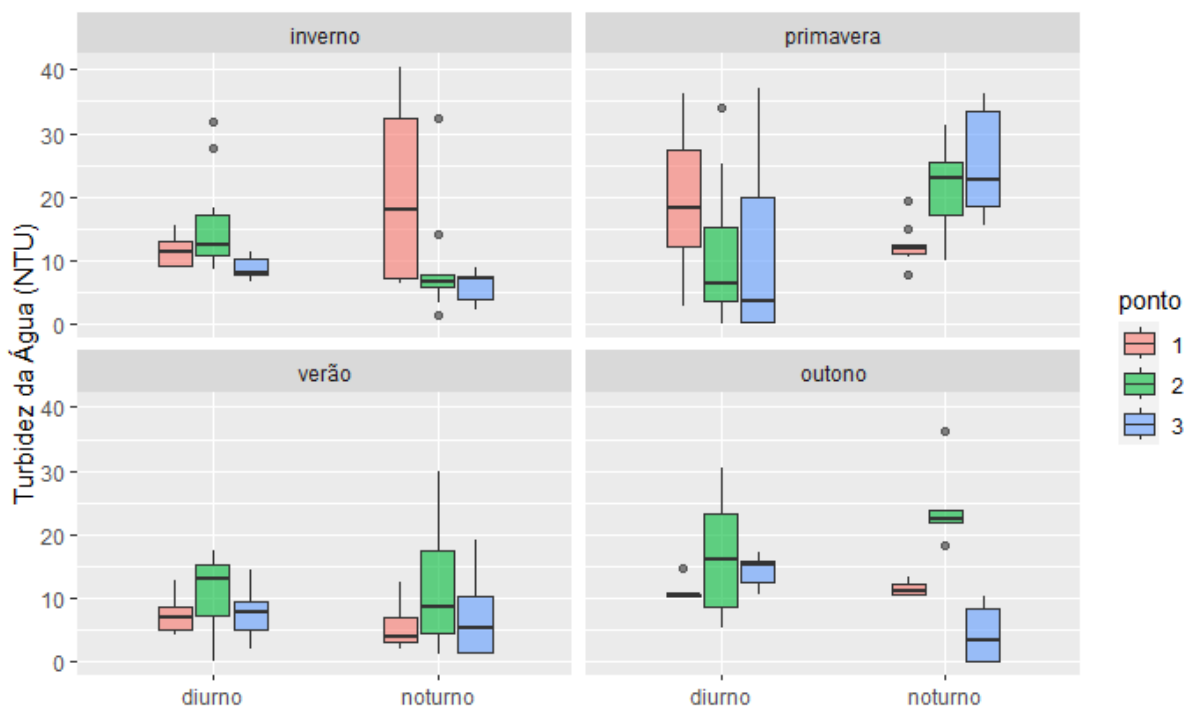


Figura 7 - Turbidez da água, medida em unidades nefelométricas de turbidez (NTU), observada durante a amostragem.

Salinidade também apresentou diferença significativa na interação entre os fatores ponto:estação:período ($p < 0,001$) (Figura 8). De maneira geral, não há uma diferença significativa entre os pontos, se analisados separadamente ($p = 0,3029$). A oxirredução encontrada nas análises também apresenta uma interação significativa entre os três fatores observados ($p < 0,001$) (Figura 9).

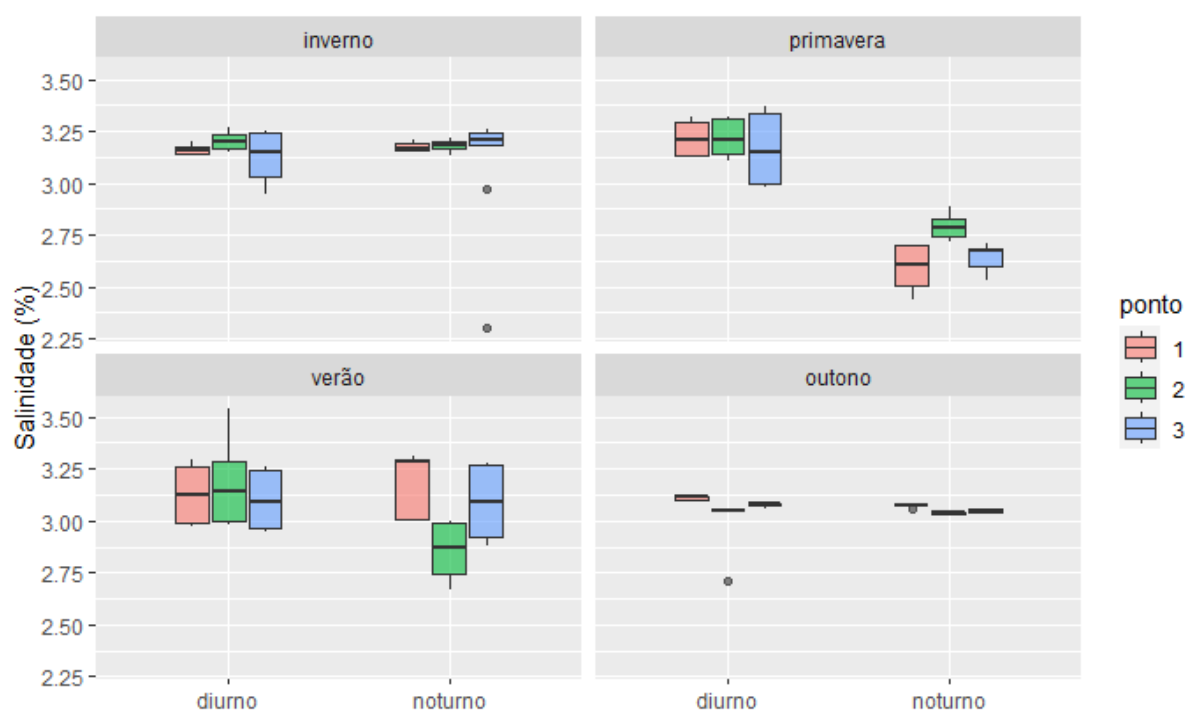


Figura 8 - Salinidade da água (%) observada durante as coletas.

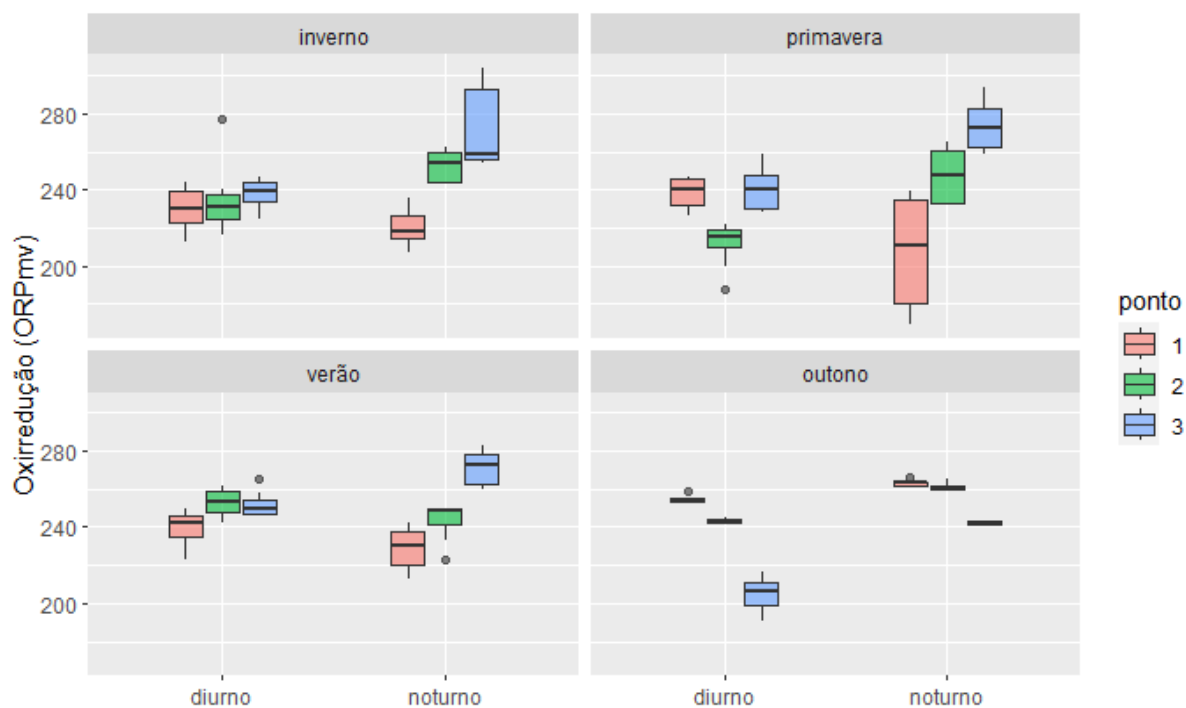


Figura 9 - Oxirredução da água, em potencial de milivolts (ORPmv), observado durante as coletas.

5.2. Comunidade Zooplânctônica

No total, 39 táxons de 11 filos foram registrados a partir das amostragens realizadas durante os períodos noturno e diurno, nos três pontos de coleta (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista dos táxons organizados nos grandes grupos do zooplâncton presentes na zona de arrebentação interna na Praia de Itaguaré, capturados nos períodos vespertino e noturno. *Est*: Estágio de vida; *Ad*: Adulto; *Juv*: Juvenil; *La*: Larva; *Pl*: Pós-larva; *Nau*: Náuplio; *Zoe*: Zoea; *Dec*: Decapopodito; *Meg*: Megalopa

Táxon,	Est	Táxon	Est	Táxon	Est
Foraminifera	Ad	Arthropoda		Arthropoda	
Tintinnina	Ad	Copepoda	Nau	Decapoda	
Cnidaria		Calanoida	Ad	Caridea	Ad
Hydrozoa		Cyclopoida	Ad	Luciferidae	Ad
Anthoathecata		Harpacticoida	Ad	Euphasiacea	Ad
Hydridae	Ad	Siphonostomatoida	Ad	Cumacea	Ad
Leptothecata		Cirripedia	Nau	Diplostraca	Ad
Campanulariidae		Euphasiacea	La	Insecta	La
<i>Obelia sp</i>	Juv/Ad	Amphipoda		Rotifera	Ad
Cubozoa	Ad	Gammaridea	Ad	Echinodermata	La
Scyphozoa	Ad	Caprellidira	Ad	Chaetognatha	Ad
Cnidaria	La	Hyperiidia	Ad	Chordata	
Mollusca	Vel	Isopoda	Ad	Tunicata	
Pteropoda	Ad	Mysiida	La/Ad	Appendicularia	Ad
Bivalvia	Juv/Ad	Ostracoda	Ad	Asciacea	Ad
Polychaeta	La	Tanaidacea	Ad	Vertebrata	
Spionida		Decapoda		Actinopteri	Ovo/La
Spionidae		Brachyura	Zoe/Meg		
<i>Scolecopsis sp.</i>	Pl/Ad	Paguridae	Meg		
Polychaeta N.I.	Pl/Ad	Pleocyemata	Dec		

De forma geral, dos táxons coletados ao longo do estudo (Figura 10), o grupo Copepoda foi capturado com muita frequência (100%) em todos os pontos, períodos do dia e épocas do ano, destacando-se também a frequência absoluta da ordem Calanoida; quatro grupos foram registrados frequentemente (Hydrozoa, Actinopterygii, Polychaeta e Mysiida); cinco capturados esporadicamente (Appendicularia, Chaetognatha, Gammaridae, Brachyura e Diplostraca); e 23 táxons com ocorrência rara (Scyphozoa, Amphipoda, Isopoda, Carpellidira, Hyperiidia, Cirripedia, Paguridae, Pleocymata, Tanaidacea, Caridea, Luciferidae, Euphasiacea, Cumacea, Ostracoda, Tintinnina, Mollusca, Foraminifera, Echinodermata, Rotifera, Ctenophora, Pteropoda, Asciacea e Salpidae).

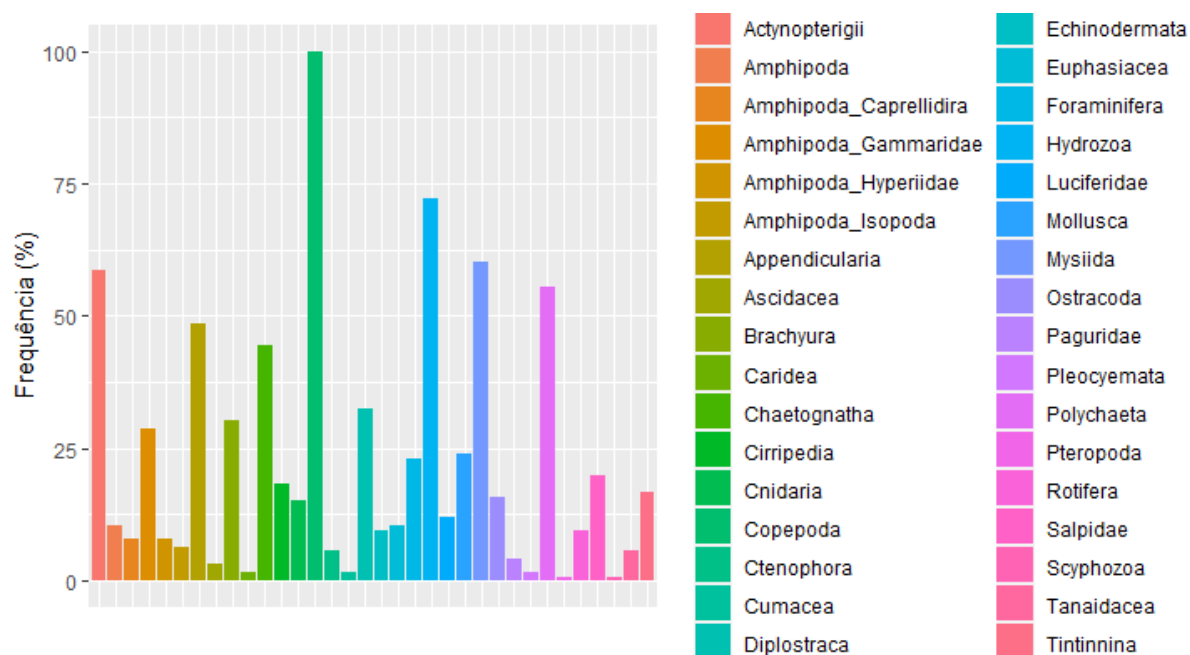


Figura 10 - Histograma mostrando as frequências absolutas de captura de cada um dos táxons observados durante o período amostral, levando em consideração os pontos de amostragem, período do dia e época do ano.

Devido à alta incidência de Copepoda nas amostras, ambos os tratamentos de presença e ausência e as ANOVAS foram realizadas duas vezes - uma considerando os indivíduos do grupo em questão coletados, e outra desconsiderando-os.

No tratamento incluindo o grupo copepoda, a interação dos três fatores - ponto de coleta, período do dia e estação do ano - teve diferença significativa, apontando uma variação significativa na composição da comunidade (Tabela 2). Em relação à variação ao período do dia, os grupos que mais contribuíram para esta diferença foram Hydrozoa (60,32%) e Foraminifera (58,2%). Para o fator ponto de coleta, os grupos que mais contribuíram para tal dissimilaridade foram Amphipoda - Caprellidira (~83%) e Brachyura (44,4%), enquanto que os grupos Caridea, Pleocyemata, Salpidae e Diplostraca foram os que mais contribuíram para as diferenças entre as estações do ano.

Tabela 2 - PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à presença/ausência dos táxons observados, incluindo o grupo Copepoda.

Fatores	DF	F	Valor de P
Estação x Período x Ponto	6	1,7322	0,003
Residuais 102			
Níveis	Valor de P	Contribuição (%) para dissimilaridade	
Período			
Diurno x Noturno	0,003	Hydrozoa (60,32); Foraminifera (58,2)	
Ponto de Coleta			
1 x 2	0,005	Amphipoda - Caprellidira (83,2)	
2 x 3	0,006	Chaetognatha (6,9); Brachyura (44,4)	
1 x 3	0,001	Amphipoda - Gammaridea (33,3); Amphipoda - Caprellidira (83)	
Estação do Ano			
Primavera x Verão	0,001	Diplostraca (8,3)	
Primavera x Outono	0,002	Actynopterigii (7,1); Chaetognatha (13,8)	
Primavera x Inverno	0,001	Salpidae (15,4)	
Verão x Outono	0,001	Diplostraca (8,4); Appendicularia (16,2)	
Verão x Inverno	0,001	Diplostraca (10,1); Appendicularia (19,4); Salpidae (33)	
Outono x Inverno	0,001	Chaetognatha (10,5); Actynopterigii (19,3); Salpidae (41,7); Pleocymata (96); Careida (97,1)	

Ainda em relação ao mesmo tratamento, a densidade absoluta de cada um dos táxons observados também obteve um alto grau de significância na diferença da interação dos três fatores observados (Tabela 3), indicando uma variação significativa na abundância de cada um dos táxons na comunidade. Embora haja uma diferença significativa entre os períodos e as estações do ano, não há diferença em relação à abundância dos táxons entre todos os pontos: o ponto 1 (próximo à costa embainhada e ao costão rochoso) e o ponto 2 (próximo à desembocadura do Rio Itaguaré) não possuem diferenças estatísticas relevantes entre si ($p > 0,05$). na diferenciação dos outros pontos (interação 1 x 3 e 2 x 3), os grupos que mais contribuíram para suas dissimilaridades ($> 90\%$) foram Chaetognatha, Ctenophora, Polychaeta e Amphipoda (Gammaridae, Caprellidira e Isopoda). Em relação às outras variáveis, os grupos que mais se sobressaem são Foraminifera (89,8%), Chaetognatha (~90%), Euphausiacea (93,9%), Caridea (99,8%), Cumacea (99,9%) e Pleocyemata (99,9%).

Tabela 3 - PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à densidade dos táxons observados, incluindo o grupo Copepoda.

Fatores	DF	F	Valor de P
Estação x Período x Ponto	6	2,8205	0,001
Residuais		102	
Níveis	Valor de P	Contribuição (%) para dissimilaridade	
Período do Dia			
Diurno x Noturno	0,001	Foraminifera (89,8)	
Ponto de Coleta			
1 x 2	p > 0,05		
2 x 3	0,003	Chaetognatha (93); Ctenophora (98,1)	
1 x 3	0,001	Salpidae (73); Polychaeta (91,3); Amphipoda - Gammaridae (92,8); Amphipoda - Caprellidira (97,9); Amphipoda - Isopoda (99,1)	
Estação do Ano			
Primavera x Verão	0,001	Diplostraca (86,3); Appendicularia (87,4)	
Primavera x Outono	0,001	Chaetognatha (89,8)	
Primavera x Inverno	0,001	Foraminifera (73,9)	
Verão x Outono	0,001	Chaetognatha (92,8)	
Verão x Inverno	0,001	Diplostraca (58,4); Appendicularia (87)	
Outono x Inverno	0,001	Mysidida (87,4); Chaetognatha (91,7); Euphasiacea (93,9); Caridea (99,8); Pleocyemata (99,9); Cumacea (99,9)	

Retirando o grupo Copepoda do tratamento, ambos os testes utilizando a presença/ausência dos táxons quanto a densidade tiveram interações significativas entre os três fatores observados (Tabelas 4 e 5, respectivamente). Em relação à presença/ausência de táxons, os grupos que mais contribuíram para as diferenças na composição da comunidade foram Pleocyemata, Caridea, Salpidae, Foraminifera e Amphipoda (Caprellidira). Quanto às diferenças nas densidades das comunidades, os grupos que mais ajudaram com esta diferença foram Foraminifera, Chaetognatha, Amphipoda (Gammaridae), Appendicularia, Paguridae, Pleocyemata e Caridea.

Tabela 4 - PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à presença/ausência dos táxons observados, excluindo o grupo Copepoda

Fatores	DF	F	Valor de P
Estação x Período x Ponto	6	1,9088	0,001
Residuais		102	
Níveis	Valor de P	Contribuição (%) para dissimilaridade	
Período			
Diurno x Noturno	0,001	Chaetognatha (10,6); Actinopterygii (19,5); Mysidida (27,9); Salpidae (42,5); Foraminifera (54,4); Pleocyemata (96,2); Caridea (97,3)	
Ponto de Coleta			
1 x 2	0,009	Amphipoda - Caprellidira (83,4)	
2 x 3	0,009	Brachyura (44,6)	
1 x 3	0,001	Amphipoda - Gammaridae (33,7); Amphipoda - Caprellidira (83,4)	
Estação do Ano			
Primavera x Verão	0,001	Diplostraca (8,4)	
Primavera x Outono	0,006	Actinopterygii (7,2); Chaetognatha (14)	
Primavera x Inverno	0,001	Polychaeta (8,5); Salpidae (15,5)	
Verão x Outono	0,001	Diplostraca (8,5)	
Verão x Inverno	0,001	Diplostraca (10,1); Appendicularia (19,4); Salpidae (39,6)	
Outono x Inverno	0,001	Chaetognatha (10,6); Actinopterygii (19,5); Mysidida (27,9); Hydrozoa (35,3); Salpidae (42,5); Pleocyemata (96,2); Caridea (97,3)	

Tabela 5 - PERMANOVA, comparações par-a-par e resultados do SIMPER testando as dissimilaridades quanto à densidade dos táxons observados, excluindo o grupo Copepoda.

Fatores	DF	F	Valor de P
Estação x Período x Ponto	6	2,7799	0,001
Residuais		102	
Níveis	Valor de P	Contribuição (%) para dissimilaridade	
Período do Dia			
Diurno x Noturno	0,004	Actynopterilgi (44,4); Hydrozoa (54,1); Foraminifera (72,4)	
Ponto de Coleta			
1 x 2	0,002	Chaetognatha (74)	
2 x 3	0,002	Mysilida (42,2)	
1 x 3	0,002	Polychaeta (78,5); Amphipoda - Gammaridea (85,8)	
Estação do Ano			
Primavera x Verão	0,001	Diplostraca (31,7); Appendicularia (71,5)	
Primavera x Outono	0,001	Chaetognatha (62,4)	
Primavera x Inverno	0,001	Foraminifera (42,4)	
Verão x Outono	0,005	Diplostraca (28,8)	
Verão x Inverno	0,001	Diplostraca (31,6)	
Outono x Inverno	0,001	Mysilida (27,7); Salpidae (45,6); Chaetognatha (67,7); Paguridae (95,7); Caridea (98,6); Pleocyemata (99,6)	

Ainda em relação a este mesmo tratamento, é possível verificar uma densidade elevada de Actinopterygii durante a primavera (Figura 11), principalmente durante o período diurno, com uma média máxima de 2.750.386 organismos/m³ durante o período diurno, no Ponto 2, sendo majoritariamente composto por ovos e larvas. Nesta mesma estação também é notável a alta densidade de organismos dos grupos Chaetognatha, Foraminifera e Salpidae.

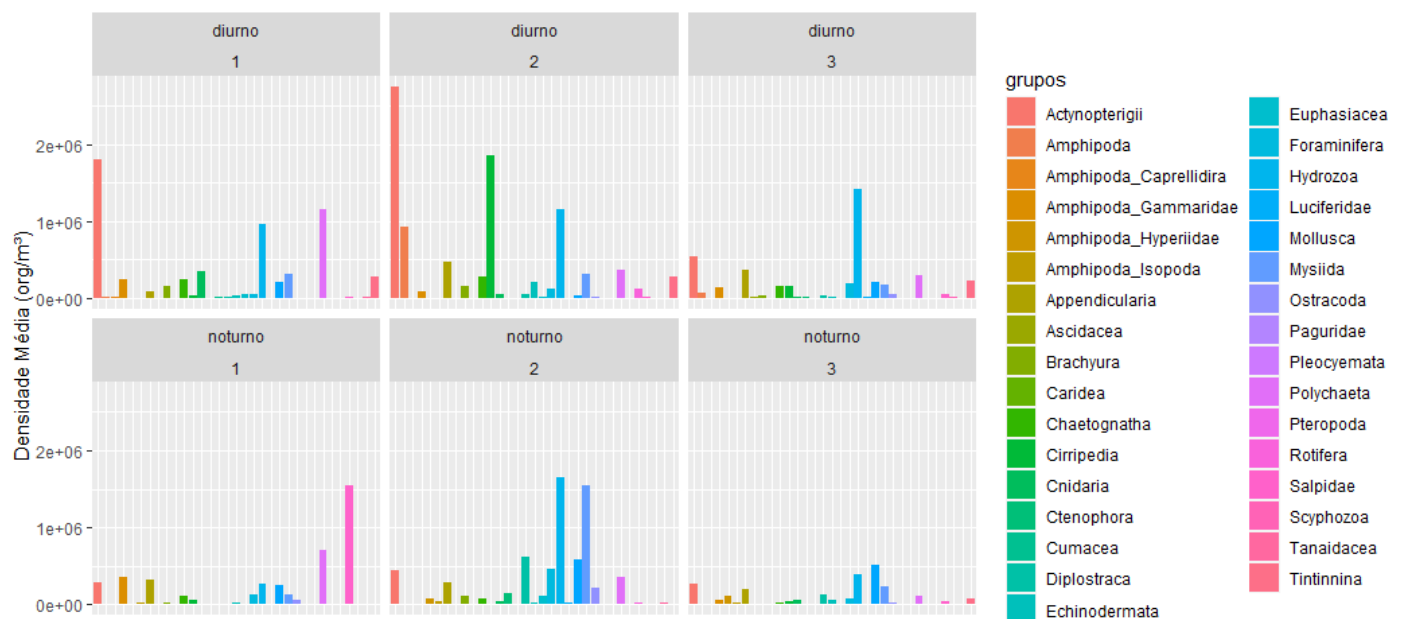


Figura 11 - Comparação das densidades médias (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante a primavera.

Durante o verão, ocorre uma maior densidade de organismos do grupo Diplostraca, atingindo uma máxima de 28.572.426 organismos/m³ durante o período diurno, no Ponto 3 (Figura 12). Também é possível verificar nesta mesma época uma alta de organismos do grupo Mysiida, principalmente durante o período noturno.

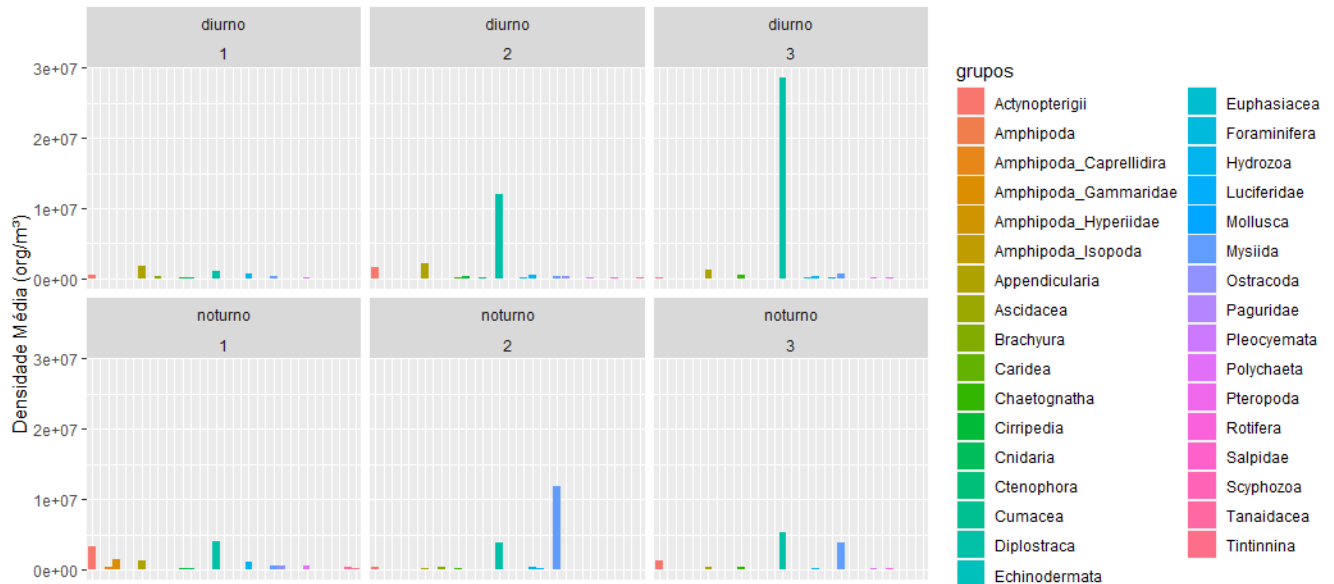


Figura 12 - Comparação das densidades (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragem, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o verão.

Para o outono, no Ponto 3, é possível verificar uma alta densidade do grupo Mysiida (21.241.160 org/m³) durante o período diurno, enquanto que no período noturno ocorre uma maior densidade de organismos pertencentes ao grupo Salpidae (8.251.159 org/m³) (Figura 13). Para os outros pontos estudados, é possível verificar uma densidade média similar dos outros grupos, com um pequeno destaque para o grupo Chaetognatha. É possível também observar a diferença dos grupos presentes observados quando comparados os períodos do dia, em especial para os Pontos 2 e 3, mostrando que 14 grupos taxonômicos apresentam-se ausentes durante o período noturno, quando em comparação ao período diurno.

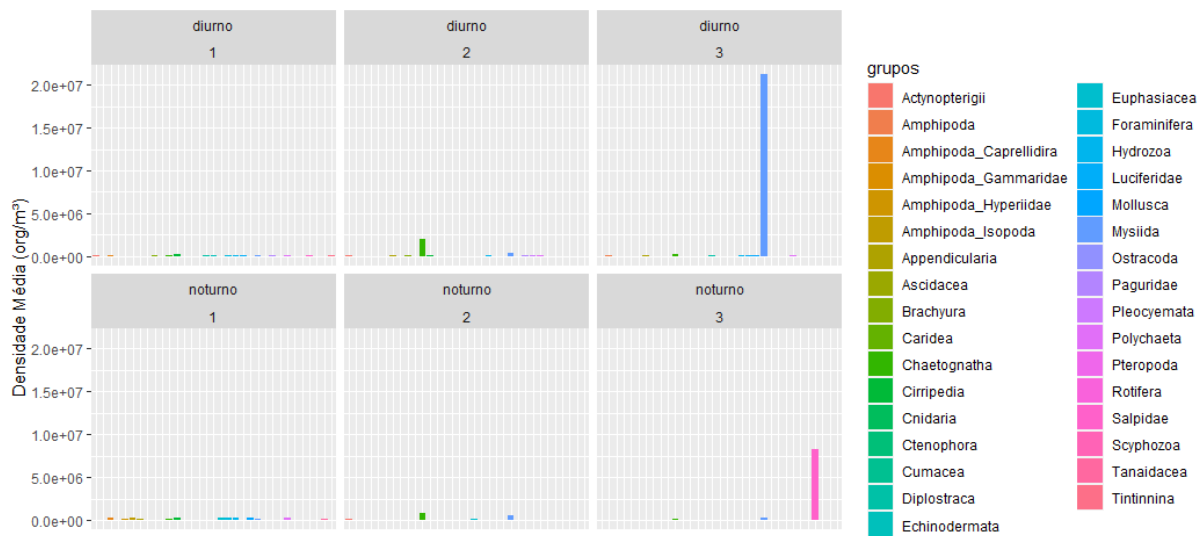


Figura 13 - Comparação das densidades (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o outono.

Durante o inverno, é possível verificar uma alta abundância dos grupos Actinopterygii, Foraminifera, Mysiida e Salpidae (Figura 14). Os grupos Actinopterygii e Foraminifera possuem maior densidade durante o período diurno (máximas de 2.620.300 e 5.129.099 org/m³, respectivamente), enquanto que os grupos Mysiida e Salpidae são mais observados durante o período noturno (máximas de 6.076.867 e 2.230.043 org/m³, respectivamente).

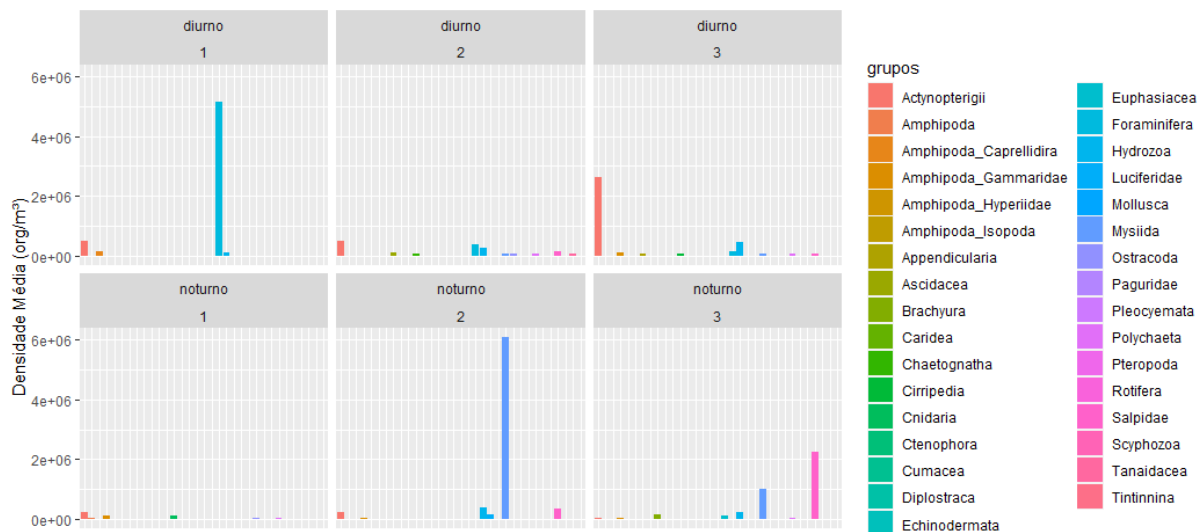


Figura 14 - Comparação das densidades (org/m³) de cada um dos táxons observados em cada um dos pontos de amostragens, nos dois períodos do dia (diurno/noturno) durante o inverno.

6. Discussão

As variáveis ambientais registradas, na zona de arrebentação da Praia de Itaguaré, apresentaram variações significativas ao longo deste estudo, apresentando sazonalidade bem definida quanto às estações do ano. Em relação a variável temperatura da água, esta apresentou uma variação sazonal padrão, com aumentos significativos da temperatura durante o verão e baixas na temperatura durante o inverno. Este padrão de variação sazonal já é descrito para zonas subtropicais, onde a temperatura da água reflete as condições atmosféricas locais (Fontes, 2010). Embora a temperatura também tenha apresentado uma pequena variação nictemeral, a variação sazonal ao longo do ano foi bem maior, concordando com o que há descrito na literatura (Carvalho et al., 2016; Lima & Fernandes, 2016; Martins et al., 2022). Embora grande parte da literatura aborde corpos de água doce, Santos & Muniz (2010) também estabeleceram esta variação nictemeral mínima na temperatura das águas oceânicas em uma estação oceanográfica na Plataforma Continental do Amazonas. A temperatura é um dos principais fatores que controlam a distribuição e atividade dos organismos, podendo alterar diretamente sua reprodução, crescimento, alimentação e distribuição, além de alterar de forma indireta outros parâmetros físico-químicos da qualidade da água, como densidade, turbidez e solubilidade de oxigênio, afetando assim na flutuabilidade, locomoção e respiração dos organismos aquáticos (Day Jr. et al., 1989; Melo et al., 2008).

A turbidez é outro fator que variou significativamente, tanto em relação às estações do ano quanto nos pontos de coleta. Uma possível explicação para tal diferença seja a diferença hidrodinâmica de cada um dos locais de coleta: para o Ponto 1, há grande incidência de ondas, intensificada pelo embainhamento causado pelo costão rochoso do Morro de São Lourenço; o Ponto 2 sofre diretamente a influência da pena fluvial da desembocadura do Rio Itaguaré; enquanto que o Ponto 3 possui influências maiores das correntes oceânicas e locais, mas ainda sendo pouco influenciado pelo estuário devido à corrente de deriva litorânea local. Estudos sugerem que a turbidez possa favorecer espécimes maiores que compõem o zooplâncton, fazendo-os serem menos alvejados por predadores visuais (Zettler & Carter, 1986). Além disso, eventos de turbulência e de aumento de turbidez também influenciam diretamente a competição entre as espécies de zooplâncton (Hart, 1988). Zhou et al. (2017) verificaram a mudança de uma comunidade composta predominantemente por copépodes e cladóceras para uma comunidade dominada por rotíferas em ambientes turbulentos e túrbidos. Eventos de turbidez “orgânica”, como por exemplo “*blooms*” de fitoplâncton e grandes quantidades de matéria orgânica em suspensão, possuem efeitos mais diretos na composição da comunidade

do que efeitos inorgânicos, como a suspensão de sedimentos e a variação da luz (Gayosso-Morales et al, 2017)

A variação das outras variáveis observada neste estudo também afetam a comunidade de zooplâncton. A salinidade, embora não afete a diversidade, pode afetar diretamente a abundância dos táxons, em especial Rotifera e Diplostraca, e a estrutura da comunidade, priorizando espécies com uma tolerância a salinidade maior (Ewa & Agnieszka, 2015; Lin et al., 2017; Yuan et al, 2020). O pH também se mostra um fator importante, uma vez que a acidificação das águas pode diminuir a diversidade, composição e densidade dos táxons, principalmente em grupos como crustáceos e rotíferas (Brett, 1989; Kurbatova, 2005). Karpowicz et al. (2020) evidenciaram também que as comunidades também são influenciadas fortemente pela resposta de oxigênio na água, alterando significativamente a estrutura da comunidade observada.

Em relação às variações espaço-temporais, é evidente a diferença da composição da comunidade nos diferentes pontos, períodos do dia e estações do ano. Durante a primavera observa-se uma comunidade com 4 grupos dominantes (Actinopterygii, Salpidae, Foraminifera e Chaetognatha), com alta diversificação dos outros grupos observados e densidades relativamente altas. Durante o verão são observados apenas 2 grupos dominantes (Diplostraca e Mysiida), com uma baixa densidade e diversidade dos outros táxons observados nesta estação. Durante o outono, também é possível verificar a dominância de dois grupos taxonômicos (Mysiida e Salpidae), mostrando também baixas densidades e diversidades dos outros grupos observados. No inverno pode-se observar a dominância de 4 grupos (Mysiida, Salpidae, Actinopterygii e Foraminifera), assim como uma maior diversidade dos táxons observados, assim como um pequeno aumento na densidade destes.

De maneira geral, a comunidade zooplanctônica da zona de arrebentação da Praia de Itaguaré mostra uma grande variação em sua diversidade ao longo do ano, com uma fauna residente composta principalmente por Copepoda, Appendicularia, Actinopterygii (ovos e larvas) e Amphipoda (Gammaridea e Caprellidira). Em ocasiões de maior turbidez, notou-se a mudança entre a composição da comunidade, principalmente em eventos de maior turbidez orgânica (em especial, diatomáceas), sendo Diplostraca o grupo mais frequente nestas ocasiões, substituindo o grupo Copepoda. A desembocadura do Rio Itaguaré também mostrou ter efeitos significativos na composição da comunidade: em ocasiões de maior salinidade, a comunidade acerca da pluma fluvial do rio comportava-se de acordo com seus arredores

marinhos, tendo Copepoda como grupo predominante. Em situações de menor salinidade, observou-se uma mudança brusca para Diplostraca e Rotifera como grupos dominantes da comunidade coletada. É evidente também que o ambiente de costão rochoso influenciou significativamente a comunidade acerca do ponto de coleta 1, uma vez que foi possível observar, em maior quantidade, organismos que geralmente são associados à substrato ou algas, como Caprellidira, Hyperiididae, Bivalvia e formas polipais de Hydrozoa.

Os copépodes da zona de arrebentação da Praia de Itaguapé foram capturados ao longo de todo o período de estudo, porém com maior densidade durante o período noturno e nas estações de verão e outono, sendo considerado portanto o grupo dominante da comunidade. Isso corrobora com os estudos de Moreno (2017) e Costa et al. (2011), que também evidenciaram uma alta contribuição do grupo para comunidades. A ordem Calanoida apresentou ser a de maior representatividade dentro das observações realizadas, quando comparada à Cyclopoida, Harpacticoida e Siphonostomatoida, também descrita na literatura como a ordem mais abundante dentro o grupo Copepoda (Björnberg, 1981; DeLancey, 1987; Bradford-Grieve et al., 1999; Cavalcanti & Larrazábal, 2004; Avila et al., 2009; Pereira, 2010; Stull et al., 2016; Moreno, 2017)

Os grupos de cnidários planctônicos, em especial Hydrozoa, foram comumente encontrados nas amostras coletadas. Foram observados organismos em diferentes estágios de vida: plânula, actínula, pólipos (colonial e solitário) e medusóide. Destaca-se principalmente a presença de *Obelia sp.* em ambas as formas de pólipos e medusa, além de também ocorrerem pólipos formando-se a partir de medusas. Além de mostrar que esta espécie possui um ciclo de vida majoritário dentro da zona de arrebentação por possuir ambos os estágios de vida, o fenômeno do brotamento de pólipos a partir de medusas já foi evidenciado anteriormente em Scyphozoa, mais especificamente no gênero *Aurelia sp.*, mostrando a plasticidade reprodutiva destes organismos (He et al., 2023).

Os grupos Chaetognatha e Appendicularia estiveram presentes durante todo o ano e período amostral, sendo considerados, portanto residentes nesta região. Contudo, altas concentrações foram observadas durante os meses mais quentes, como verão para Chaetognatha e, primavera e verão para Appendicularia. Os organismos do grupo Appendicularia pertencentes ao gênero *Oikopleura*, segundo Esnal (1999), também são frequentemente relacionados às regiões costeiras, tendo seus picos de abundância diretamente relacionados à água de alta temperatura (Campos, 2000; Campos, 2004).

As larvas de Cirripedia e Equinodermata (pluteus) tiveram ocorrência rara, mais especificamente durante o verão. Dentre as larvas pluteus observadas, foi possível identificar a presença das classes Asteroidea e Holothuroidea. A captura constante destas larvas, apesar de pertencerem a organismos bentônicos, está associada diretamente a turbulência e hidrodinâmica da zona de arrebentação, que suspende estes organismos na coluna d'água ((Mclachlan, 1980; MacMahan et al., 2009; Shanks et al., 2010). Larvas véliger de Mollusca (Gastropoda), pequenos bivalves e Polychaeta (destaque para a família Spionidae) também foram capturados com certa frequência. Estes organismos associados ao sedimento inconsolidado também foram capturados devido à ação das ondas na zona de arrebentação e a constante suspensão do substrato. Foi possível observar a captura de diversos estágios da vida de Polychaeta durante o estudo (trocófora, larva pré-recrutamento e adulto).

Em relação aos Actinopterygii observados, notou-se uma grande quantidade de ovos e larvas, em diferentes estágios embrionários e de desenvolvimento. As larvas no estágio vitelínico (período que compreende da eclosão do ovo até o início da formação dos olhos) foram mais abundantes. Dentre as espécies encontradas pode-se citar as famílias Engraulidae, Gobiidae, Gerreidae, Scianidae (*Menticirrhus littoralis*), Atherinopsidae (*Atherinella brasiliensis*) e Trichiuridae (*Trichiurus lepturus*). É conhecido que as áreas de arrebentação de praias arenosas são ambientes de baixa diversidade de peixes, com dominância de poucas espécies e ainda menos residentes (Lasiak, 1984; Gibson et al., 1993; Layman, 2000; Godefroid et al., 2003; Monteiro-Neto et al., 2003). A primavera corresponde à época reprodutiva de diversas espécies de peixe, o que corrobora com a grande quantidade de ovos observada durante este período (Souza & Chaves, 2007). Das larvas capturadas, todas as espécies encontradas também possuem seu pico reprodutivo na primavera, corroborando com o que foi observado (Godefroid et al., 2001; Braun e Fontoura, 2004; Lepkoski et al., 2005; Souza-Conceição et al., 2005; Fernandez, 2007; Santos, 2021)

7. Considerações Finais

A zona de arrebentação interna da Praia de Itaguapé, em Bertioga/SP, contém um conjunto variado de organismos planctônicos. Em termos de composição zooplânctônica a fauna é dominada por pequenos crustáceos do grupo Copepoda, majoritariamente da classe Calanoida, com frequente ocorrência de Diplostraca e Rotifera, especialmente em eventos de turbidez orgânica. Observa-se também uma variação dos grupos com maior densidade, com mais organismos pertencentes ao grupo Actinopterygii durante o inverno e a primavera,

enquanto que o verão possui maior incidência do grupo Diplostraca, e o outono pelo grupo Mysiida. Grupos mais incidentes, como Hydrozoa, Appendicularia e Chaetognatha também são constantes durante todas as estações do ano. Também é marcante a presença de larvas planctônicas de invertebrados bentônicos dos grupos Mollusca, Polychaeta, Decapoda e Echinodermata (equinopluteus), além de ser comum o aparecimento na coluna d'água do grupo Amphipoda e Mysida devido à hidrodinâmica local. A comunidade local parece variar de acordo com a hidrodinâmica pontual da praia, a estação do ano e o período do dia, mostrando uma grande variabilidade de táxons presentes. Esta alta oscilação na quantidade e composição zooplanktônica evidencia o caráter dinâmico da região, onde os processos ambientais e bióticos, em conjunto, podem ocasionar mudanças recorrentes na estrutura da comunidade.

8. Referências Bibliográficas

- ABRAHAMMS, M; KATTENFELD, M. 1997. The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40: 169-174. <https://doi.org/10.1007/s002650050330>
- AGUIAR, J. B. S. 2003. Influência da cadeia trófica marinha na ocorrência e abundância de peixes de importância comercial. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção e Sistemas - Gestão Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2003. 109 p. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84978>
- AMORIM, R.R.; OLIVEIRA, R.C. 2007. Análise geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do Município de São Vicente, SP. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v.19, p.123-138
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- ANFUSO, G.; POSTACCHINI, M.; DI LUCCIO, D.; BENASSAI, G. 2021. Coastal sensitivity/vulnerability characterization and adaptation strategies: a review. *Journal of Marine Science and Engineering* 9(1): 72. <https://doi.org/10.3390/jmse9010072>
- AVILA, T.R; CATARINA S.; PEDROZO, C.S; BERSANO, J.G. Variação temporal do zooplâncton da Praia de Tramandaí, Rio Grande do Sul, com ênfase em Copepoda. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, v.99, n.1, p.18-26, 2009.

- BARALDO, K. B. 2018. Caracterização e Comparação dos Estuários dos Rios Itaguapé e Guaratuba (Bertioga, SP) com Base nos Parâmetros Geo-físico-químicos, Batimetria e Imageamento do Fundo. Tese (Mestrado) - Instituto de Biociências do Câmpus do Litoral Paulista, UNESP. São Vicente, 99p. :il, figs., gráfs.
- BATTJES, J. A. 1988. Surf-zone dynamics. *Annual Review of Fluid Mechanics* 20: 257-293. <https://doi.org/10.1146/annurev.fl.20.010188.001353>
- BJÖRNBERG, T.S.K. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.) Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Mar del Plata: Publ. Esp. INIDEP, 1981.v.2, p.587-679 .
- BRADFORD-GRIEVE, J.M.; MARKHASEVA, E.L.; ROCHA, C.E.F.; ABIAHY, B. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.) South Atlantic Zooplankton. Leiden, Backhuys, 1999. v.2. p.869- 1098.
- BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L.; SASSI, R. Planctonologia na plataforma continental brasileira. Diagnose e Revisão Bibliográfica. Rio de Janeiro: REVIZEE. MMA, CIRM, FEMAR, 1997. p. 196.
- BRAUN, A. S.; FONTOURA, N. F. 2004. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). *Neotropical Ichthyology*, v. 2, n. 1, p. 31–36.
- BRETT, M. T.; 1989. Zooplankton communities and acidification processes (a review). *Water, Air, and Soil Pollution* 44: 387-414.
- BROWN, A.C.; McLACHLAN, A.1990. Ecology of sandy shores. New York: Elsevier, 1990.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del zooplankton del Atlantico Occidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- BUCHANERI, V. C. 2017. O valor dos serviços ecossistêmicos nas bacias hidrográficas dos rios Itaguapé e Guaratuba em Bertioga, SP. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da Universidade de São Paulo. 268p.

- CARVALHO, M. S.; MANNICH, M.; PINTO, B. V.; DA CUNHA, C. M. I. 2016. Variação nictemeral da qualidade da água em rios urbanos: implicações no monitoramento. *REGA, Porto Alegre* 13(2): 129-141. DOI 10.21168/reg.v13n2.p129-141
- CAMARGO, J. M. 2012. Evolução morfodinâmica e análise da estabilidade do canal do rio Itaguaré em Bertioga - SP. Dissertação de Mestrado (Oceanografia Geológica) - Instituto Oceanográfico (IO), Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2012. 112 p. <https://doi.org/10.11606/D.21.2012.tde-10122012-163324>
- CAMPOS, M. A. G. As Appendicularia (Chordata: Tunicata) da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). 2000. 120f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.
- CAMPOS, M. A. G. Apendiculárias da costa brasileira. 2004. 169f. Tese (Doutorado em Ciências, Área Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- CAPEL, K. C. C. 2009. Estudo morfodinâmico da praia de Itaguaré, Bertioga-SP entre fevereiro e setembro de 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Campus Experimental do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista, São Vicente.
- CAVALCANTI, E.A.H.; LARRAZÁBAL, M.E.L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.21, n.3, p.467-475, 2004.
- CISNEROS-MONTEMAYOR, A. M.; CHRISTENSEN, V.; ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F.; SUMAILA, U. R. 2012. Ecosystem models for management advice: an analysis of recreational and commercial fisheries policies in Baja California Sur, Mexico. *Ecological Modelling* 228: 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.12.021>
- COSTA, K.G.; PINHEIRO, P.R.S.; MELO, C.A.R.; OLIVEIRA, S.M.O.; PEREIRA, L.C.C.; COSTA, R.M. . Effects of seasonality on zooplankton community dynamics in the macrotidal coastal zone of the Amazon region. *Journal of Coastal Research*, v. 64, p.364-368, 2011.
- DAY JR., J. W.; HALL, C. A. J.; KEMP, W. M.; YÁNES ARANCIBIA, A. 1989. *Estuarine Ecology*. New York: J. Willey. 556p.

- DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in a sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine ecology progress series* 295: 1-20. <https://doi.org/10.3354/meps295001>
- DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. 2013. Global patterns in sandy beach macrofauna: species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology* 199: 106-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.04.013>
- DELANCEY, L. The summer zooplankton of the surf zone at folly beach, South Carolina. *Journal of Coastal Research*, v.3, p.211-217, 1987.
- ESNAL, G.B. Appendicularia. In: BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. (Ed.). Leiden, 86 The Netherlands: Backhuys Publishers, 1999. v.1, p.1375-1399.
- EWA, P.; AGNIESZKA, G. 2015. The effect of salinity levels on the structure of zooplankton communities. *Archives of Biological Sciences* 67(2): 483-492. <https://doi.org/10.2298/ABS140910012P>
- FAUCHALD, K. 1977. The Polychaete Worms: Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History museum of Los Angeles County, Science Series. 198p.
- FERNANDEZ, W. S. 2007. Dinâmica populacional de *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) da praia de Itamambuca, Ubatuba (SP). Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, University of São Paulo, São Paulo, 2007. <https://doi.org/10.11606/D.21.2007.tde-19072007-111929>.
- FERREIRA, L. C. 2007. O fitoplâncton na zona de arrebentação de praias urbanas da região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8833>.
- FIELD, C. B.; BEHRENFELD, M. J.; RANDERSON, J. T.; FALKOWSKI, P. 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281: 237-242.
- FONTES, R. 2010. Massas d'água e correntes oceânicas: Águas Costeiras e Marinhas. In: São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. 2010. Parque Estadual Xixová-Japuí - Plano de Manejo – Volume Principal. São Paulo: Coordenadoria de Informações Técnicas,

Documentação e Pesquisa Ambiental; Instituto Florestal; Instituto de Botânica; CEPEL-UNESP, 544p. (Série Documentos Ambientais).

FREITAS, L. T. F. 2015. Arquitetura de fácies e estratigrafia da planície de cordões litorâneos de Itaguaré, Bertioga, SP, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado - Ciências Biológicas, com habilitação em Gerenciamento Costeiro) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus do Litoral Paulista. São Vicente, 2015. 49p.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2021. APAS Marinhas. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/pagina-inicial/apas-marinhas/>>. Acesso em: 25 de fev. de 2021.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2022. Parque Estadual Restinga de Bertioga. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/parque-estadual-restinga-de-bertioga/>>. Acesso em: 03 de fev. de 2022.

GAYOSSO-MORALES, M. A.; NANDINI, S.; MARTÍNEZ-JERONIMO, F. F.; SARMA, S. S. 2017. Effect of organic and inorganic turbidity on the zooplankton community structure of a shallow waterbody in Central Mexico (Lake Xochimilco, Mexico). *Journal of Environmental Biology* 38(6): 1183-1196. DOI:10.22438/jeb/38/6(SI)/03

GIBSON, R. N.; ANSELL A. D.; ROBB, L. 1993. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Marine Ecology Progress Serie*, 98: 89-105

GODEFROID, R. S.; Santos, C.; Hofstaetter, M.; Spach, H. L. 2001. Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 44, n. 4, p. 411–418. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000400012>.

GODEFROID, R. S.; SPACH, H.L.; SCHWARZ, R.J.; QUEIROZ, M.G. 2003. A fauna de peixes da praia do Balneário Atami, Paraná, Brasil. *Atlântica* (Rio Grande), 25(2), 147–161. <https://doi.org/10.5088/atlantica.v25i2.2302>.

HAN, R.; CHEN, Q.; WANG, L.; TANG, X. 2016. Preliminary investigation on the changes in trophic structure and energy flow in the Yangtze estuary and adjacent coastal ecosystem

due to the Three Gorges Reservoir. *Ecological Informatics* 36: 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.03.002>

HANEY, J.F.; HALL, D. J. 1973. Sugar-coated Daphnia: A preservation technique for Cladocera. *Limnology and Oceanography* 18: 331-333. DOI:10.4319/LO.1973.18.2.0331

HANSOM, J. D. 2001. Coastal sensitivity to environmental change: a view from the beach. *CATENA* 42: 291-305. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00142-9](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00142-9)

HART, R. C. 1988. Zooplankton feeding rates in relation to suspended sediment content: potential influences on community structure in a turbid reservoir. *Freshwater Biology* 19(1): 123-139. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1988.tb00334.x>

HE, J.; ZHENG, W.; ZHANG, W.; LIN, Y. 2023. Life cycle reversal in *Aurelia* sp.1 (Cnidaria, Scyphozoa). *PlosOne* 10(12): e0145314. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145314>

HENSEN, V. 1884. Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. V Bericht der Comm. zur Wissenschaftlichen Untersuchungen der Dtsch, Meere (1884), p. 5

HEYMANS, J. J.; MCLACHLAN, A. 1996. Carbon budget and network analysis of a high-energy beach/surf-zone ecosystem. *Estuarine, coastal and shelf science* 43: 485-505. <https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0083>

HOEFEL, F. G. 1998. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica. Itajaí: Editora da Universidade do Vale do Itajaí, 92 p.

IBGE, [S. l.], 26 jun. 2020. IBGE divulga lista de municípios defrontantes com o mar. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28010-ibge-divulga-lista-de-municipios-defrontantes-com-o-mar>> Acesso em: 26 jan. 2021.

KARPOWICZ, M.; EJSMONT-KARABIN, J.; KOZLOWSKA, J.; FENIOVA, I.; DZIALOWSKI, A. R. 2020. Zooplankton community responses to oxygen stress. *Water* 12(3): 706. <https://doi.org/10.3390/w12030706>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1928. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

- KURBATOVA, S. A. 2005. Response of microcosm zooplankton to acidification. *Hydrobiology* 32: 85-92.
- LASIAK, T. A. 1981. Nursery grounds of juvenile teleosts: evidence from the surf-zone of King's Beach, Port Elizabeth. *South African Journal of Marine Science*, 77:388-390
- LAYMAN, C. A. 2000. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia barrier islands. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 51(2), 201-213.
- LENZ, J. 2000. Introduction . in : ICES Zooplankton Methodology Manual. R.P et al. (eds). Academic Press, San Diego (California).
- LEPKOSKI, E. D.; QUEROL, E.; ASCHENBRENNER, A. C.; BORTOLUZZI, T. P.; MARTINS, J. A.; ROOS, D. C.; SILVEIRA, C. R.; GOULART, M. G.; QUEROL, M. V. M. 2005. Biologia reprodutiva da sardinha prata *Lycengraulis grossidens* (Spix and Agassiz, 1829) na bacia do rio Uruguai médio, localidade de são marcos município de Uruguaiana região da fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul. In VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, p. 1-2.
- LIN, Q.; XU, L.; HOU, J.; LIU, Z.; JEPPESEN, E.; HAN, B. 2017. Responses of trophic structure and zooplankton community to salinity and temperature in Tibetan lakes: implication for the effect of climate warming. *Water Research* 124: 618-629. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.078>
- LIMA, F. B. S.; FERNANDES, F. 2016. Análise da variação temporal, ciclo nictemeral e ciclo anual de parâmetros limnológicos (turbidez, pH e temperatura). Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiás. 2016. 38p.
- LOPES, R.M. 2007. Marine zooplankton studies in Brazil: A brief evaluation and perspectives. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.79, n.3, p.369-379
- MARTINS, M. V.; KAPUSTA, S. C.; POLETO, C. 2022. Variação espaço-temporal e nictemeral dos parâmetros limnológicos no Delta do Jacuí, Lago Guaíba, RS, Brasil. *Ciência e Natura, Santa Maria* 44 (jan/dez 2022), [Artigo] e31, 20p. <https://doi.org/10.5902/2179460X63821>

- MACMAHAN, J.H.; BROWN, J.; THORNTON, E.B.; RENIERS, A.J.H.M.; STANTON, T.P.; HENRIQUEZ, M.; GALLAGHER, E.; MORRISON, J.; AUSTIN, M.; SCOTT, T.; SENECHAL, N. 2009. Mean Lagrangian flow behavior on an open coast rip-channeled beaches: new perspectives. *Marine Geology*, v.268, p.1-15
- McLACHLAN, A. 1980. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple system. South Africa: *South African Journal of Science*, v.76, p.137-138.
- McLACHLAN, A.; BROWN, A. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. (2th ed.) Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372569-1.X5000-9>.
- MELO, P. A. M. C.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O; PORTO NETO, F. F. 2008. Variação nictemeral do macrozooplâncton na Barra Orange - Canal de Santa Cruz, Estado de Pernambuco (Brasil). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 3(2): 30-49.
- MESQUITA, A.R. 1995. Variações do nível médio do mar nas escalas decadal e interdecadal na costa sudeste do Brasil. In: Seminário sobre ondas e marés oceânicas. Arraial do Cabo (RJ), 1995, Arraial do Cabo. *Anais de Resumo*, 1995. p. 52-53.
- MONTEIRO, C.A.F. 1973. A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. p 129.
- MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, L. P. R.; MUSICK, J. A. 2003. Community structure of surf-zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 35: 492-501.
- MOREIRA, M. G. 2007. Associação entre Solos, Ambientes Sedimentares Quaternários e as Fitofisionomias de Planície Costeira e Baixa Encosta nas Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga/SP). Tese (Mestrado) Instituto de Botânica, São Paulo, 2007.
- MORENO, D. 2017. Composição e variação temporal e nictemeral da fauna zooplanctônica na zona de arrebentação em Praia Grande, SP. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Campus do Litoral Paulista - Instituto de Biociências. São Vicente, 2016. 100p.: il, figs., gráfs.
- NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. 1963. *Marine Plankton: a practical guide*. London: Hutchinson Educational Ltd. 207p. <https://doi.org/10.1002/iroh.19650500322>

NIBAKKEN, J.W. 1993. Marine Biology: an ecological approach (3th Ed.). New York: Harper Colling College Publishers, 1993. p.462.

PAIVA FILHO, A. M.; TOSCANO, A. P. 1987. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado - Guarujá e Mar Pequeno - São Vicente, SP. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 35: 153-165. <https://doi.org/10.1590/S0373-55241987000200005>

PEREIRA, J.B. 2010. Composição, distribuição, biomassa e produção secundária do zooplâncton do Sistema Estuarino de Santos, São Paulo, Brasil. 2010. 303f. Tese (Doutorado em Ciências, Área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

PEREIRA, D. S. 2011. Análise da dinâmica hídrica nas unidades geológico-geomorfológicas quaternárias (UQ) da Bacia do Rio Guaratuba, Bertioga (SP). Tese (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da Universidade de São Paulo. São Paulo, 106p.

PESSANHA A. L. M. e ARAÚJO F. G. 2003. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 251-261.

PREFEITURA DE BERTIOGA. 2023. Disponível em: <<https://www.bertioga.sp.gov.br/cidadao/historia>>. Acesso em: 26 set. 2023.

PRIMAC. 2005. Programa Regional de Identificação e Monitoramento de Áreas Críticas de Inundações, Erosões e Deslizamentos Metropolitana da Baixada Santista - Módulo II. Disponível em: <https://www.agem.sp.gov.br/>. Acesso em 25 de ago. de 2023.

RAYMONT, T.E. 1983. Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton. Oxford, Pergamon Press. v.2. 1983.

RÖRIG, L. R.; RESGALLA, C.; PEZZUTO, P. R.; ALVES, E. S.; MORELLI, F. 1997. Análise ecológica de um processo de acumulação da diatomácea *Anaulus* sp. na zona de arrebetamento da praia de Navegantes (Santa Catarina, Brasil). Santa Catarina: Oecologia Brasiliensis, n. 3, p. 29-43.

QUEIROZ NETO, J. P.; KÜPPER, A. 1965. Os solos. *In*: AZEVEDO, A. A Baixada Santista: Aspectos Geográficos. EDUSP, São Paulo, v.1, p. 67-92.

ROSSI, M. 1999. Fatores Formadores de Paisagem Litorânea: A Bacia do Guaratuba, São Paulo - Brasil. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 168p

RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA
URL <http://www.rstudio.com/>.

SANT'ANNA NETO, J.L. 1994. Dinâmica atmosférica e o caráter transicional do clima na zona costeira paulista. Revista do Departamento de Geografia Universidade de São Paulo, São Paulo, v.8, p.34-49

SANT'ANNA NETO, J. L. 2000. As chuvas no Estado e São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. *In*: Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: EDUEM, p. 95-119.

SANTOS, M. L. S.; MUNIZ, K. 2010. Variação nictemeral de parâmetros abióticos e clorofila a em uma estação oceanográfica na plataforma continental do Amazonas. *Atlântica, Rio Grande* 32(2): 237-246. doi: 10.5088/atl.2010.32.2.237

SANTOS, A. 2021. Aspectos reprodutivos de *Anchoviella lepidentostole* (Fowler, 1911) (Actinopterygii: Engraulidae), na planície fluviomarinha do Rio São Francisco, Brasil / Adeilton dos Santos. - Penedo - AL.

SEMA - Secretaria do Meio Ambiente da Bahia. 2021. Caracterização da Zona Costeira do Brasil. Disponível em:
<<http://www.meioambiente.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>>.
Acesso em: 24 de jan. de 2021.

SHANKS, A.L.; MORGAN, S.G.; MACMAHAN, J.; RENIERS, A.H.M. 2010. Surf zone physical and morphological regime as determinants of temporal and spatial variation in larval recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.392, p.140-150

SILVA, G. M. 2005. Modelos de Interação entre os Sistemas Praia e Duna. Monografia de Qualificação para obtenção do título de Doutor em Geociências (Geologia Marinha) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2005. 56p.

- SOUZA-CONCEIÇÃO, J. M.; RODRIGUES-RIBEIRO, M.; CASTRO-SILVA, M. A. 2005. Dinâmica populacional, biologia reprodutiva e o ictioplâncton de *Cetengraulis edentulus* Cuvier (Pisces, Clupeiformes, Engraulidae) na enseada do Saco dos Limões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 953–961.
- SOUZA, C.R. de G. 1997. As Células de Deriva Litorânea e a Erosão nas Praias do Estado de São Paulo. 1997. v.1/2. 204/186f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997
- SOUZA, C.R. de G. 2012. Praias arenosas oceânicas do Estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. *Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial 30 Anos*. p. 307-371
- STULL, K.J.; CAHOON, L.B.; LANKFORD, T.E. Zooplankton Abundance in the Surf Zones of Nourished and Unnourished Beaches in Southeastern North Carolina, U.S.A. *Journal of Coastal Research*, v.32, n.1, p.70-77, 2016.
- SUGUIO, K. (Ed.). 1992. Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.
- SUMAN, D. O. 2020. Prefácio. *In*: SOUTO, R. D.(org.). *Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas*. Vol. 1. Edição da Autora. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. 259 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3899668>
- SUTHERS, I.M.; RISSIK, D. (Ed.). 2009. *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality*. Australia: Csiro Publishing, 2009.
- TESSLER, M. G. 1988. Dinâmica Sedimentar Quaternária no Litoral Sul Paulista. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo – SP. São Paulo, 1988. <https://doi.org/10.11606/T.44.1988.tde-22062015-135301>
- TESSLER, M. G.; MAHIQUES, M. M. 2000. Por uma terminologia para o ambiente praiial. *In*: *Anais do Simpósio brasileiro sobre praias arenosas. Morfodinâmica, ecologia, usos riscos e gestão*. Itajaí, p. 68-69.

- TESSLER, M.G.; GOYA, S.C.; YOSHIKAWA, P.S.; HURTADO, S.N. 2006. Erosão e progradação do litoral do Estado de São Paulo. In: MUEHE, D. (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. (1 Ed.) Brasília: Ministérios do Meio Ambiente, 2006.
- TODD, C. D.; LAVERACK, M. S. 1991. Coastal Marine Zooplankton: a practical manual for students. Cambridge University Press. 106 p.
- VASKE, T. J.; GONZALEZ, J. G.; KNOELLER, J. S. M.; SANTOS, E. K.; SEGALA, C. R. 2019. Peixes da zona de arrebentação de Praia Grande, São Paulo, Brasil. São Vicente: Campus do Litoral Paulista - Instituto de Biociências, 2019. 62 p. ;il.
- WARFEL, H. E. e MERRIMAN, D. 1944. Studies on the marine resources of southern New England. I. An Analysis of the fish population of the shore zone. Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection, 9(2):1-91
- WETZEL, R. G. 1995. Death, detritus, and energy flow in aquatic ecosystems. *Freshwater Biology* 33: 83-89. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00388.x>
- WINDER, M.; SOMMER, U. 2012. Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia* **698**, 5–16 <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1149-2>
- WWF. 2021. Biomas Brasileiros: Zona Costeira. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_costeiro/>. Acesso em: 24 de jan. de 2021.
- YUAN, D.; CHEN, L.; LUAN, L.; WANG, Q.; YANG, Y. 2020. Effect of salinity on the zooplankton community in the Pearl River estuary. *Journal of Ocean University of China* 19: 1389-1398. <https://doi.org/10.1007/s11802-020-4449-6>
- ZETTLER, E. R.; CARTER, J. C. H. 1986. Zooplankton community and species responses to a natural turbidity gradient in Lake Temiskaming, Ontario-Quebec. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43(3):665-673 <https://doi.org/10.1139/f86-080>
- ZHOU, J.; QIN, B.; HAN, X. 2017. The synergetic effects of turbulence and turbidity on the zooplankton community structure in large, shallow Lake Taihu. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 1168-1175.