



COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO TEMPORAL E NICTEMERAL DA
FAUNA ZOOPLANCTÔNICA NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO
EM PRAIA GRANDE, SP

DANUBIA MORENO

SÃO VICENTE - SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO TEMPORAL E NICTEMERAL DA
FAUNA ZOOPLANCTÔNICA NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO
EM PRAIA GRANDE, SP

DANUBIA MORENO

ORIENTADOR: PROF. DR. TEODORO VASKE JR.

Dissertação apresentada ao Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências (Áreas Biodiversidade)

SÃO VICENTE - SP

2017

593 Moreno, Danubia

M815c Composição e variação temporal e nictemeral da fauna
zooplanctônica na zona de arrebentação em Praia Grande, SP /
Danubia Moreno. - São Vicente, 2016.

100 p.: il, figs., gráfs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Campus do Litoral Paulista - Instituto de Biociências.

Orientador: Teodoro Vaske Jr.

1. Ecologia marinha. 2. Zooplankton – Comunidade.
3. Praias arenosas. 4. Praia Grande (SP). I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNESP

Campus do Litoral Paulista

*Dedico este trabalho ao Wagner F. Vilano, meu
companheiro de vida, desta e tantas outras, meu
parceiro de alma, meu melhor amigo. A quem me
ancorou trazendo a força, tranquilidade e esperança.
Aquele que em meio à tempestade é capaz de manter
a estabilidade do meu barco. Quem me faz criar
passados, aproveitar presentes e inspirar futuros.*

AMO VOCÊ 

AGRADECIMENTOS

Finalmente, chega ao fim essa caminhada que foi concluída graças ao incentivo, boa vontade e conselhos de pessoas especiais que entraram em minha vida nestes últimos anos.

Agradeço primeiramente e especialmente ao Wagner Ferreira Vilano que, embora não oficial, foi mais que o coorientador deste trabalho, onde aplicou com paciência e total dedicação parte de seus conhecimentos adquiridos ao longo da vida. Através de incontáveis orientações, possibilitou que eu alcançasse mais sabedoria e prática, ampliando minha visão de ciência e campo de atuação profissional. A conclusão de mais esta etapa em minha vida só foi possível pelo seu apoio e entusiasmo do início ao fim.

Ao Dr. Teodoro Vaske Junior, pela confiança em mim depositada onde sem, ao menos, me conhecer aceitou me orientar e fornecer seu material de pesquisa. Sua atenção, tranquilidade e sabedoria foram essenciais em vários momentos dessa caminhada.

Aos alunos do prof. Dr. Teodoro, que por diversas vezes auxiliaram durante as etapas de campo, dispensando seus esforços nas coletas e sendo dessa forma fundamentais para que esse trabalho fosse possível.

Aos membros das bancas examinadoras de qualificação e mestrado, Dr. Marcelo Antônio Amaro Pinheiro e Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás pelas críticas e sugestões a este trabalho.

Ao Dr. Patrício A. Hernáez Bové e a Msc. Renata Rodrigues Melo (Topanga) pela atenção e disposição dispensada, no auxílio para execução das análises estatísticas.

Por fim, agradeço à minha família, pelos conselhos, ensinamentos e sacrifícios ao longo desses anos: minha mãe Sônia, meu pai Darcy Moreno, minha segunda mãe e amiga Tereza Valério, meus irmãos Davinton e Débora.

A Unesp IB/CLP pelo acolhimento e disponibilidade dos laboratórios e equipamentos, ao pessoal do Laboratório didático, Marcia, Luciana, Aline, Willian que sempre se colocaram a disposição quando da utilizações dos laboratórios.

Resumo

As áreas costeiras de baixa profundidade, como zonas de arrebentação de praias arenosas são pouco estudadas quando comparadas a outros ecossistemas costeiros. No entanto, são consideradas de grande importância ecológica, pois abrigam alta diversidade de organismos que se alimentam, reproduzem e buscam na região proteção contra predadores. A falta de estudos deve-se principalmente à alta hidrodinâmica existente, sendo muitas vezes difícil de amostrar, principalmente no período noturno. Este estudo analisou a variação temporal e nictemeral da fauna zooplancônica existente na zona de arrebentação da Praia da Aviação que trata-se de uma praia densamente habitada localizada no Município de Praia Grande na costa central do Estado de São Paulo. Os organismos foram coletados com rede de plâncton através de arrastos horizontal, superficial e perpendicular à praia em profundidade de 1m. Dados de temperatura e salinidade também foram obtidos juntamente com observações visuais do estado de agitação do mar, vento local e nebulosidade. Este processo ocorreu bimensalmente entre junho de 2013 e abril de 2015 durante os períodos diurno e noturno, visando avaliar a variação na composição zooplancônica e sua relação com as migrações verticais. O zooplâncton da praia analisada foi representado por 116 táxons, englobando organismos holoplancônicos, meroplancônicos, bentônicos (presentes na coluna d'água devido à alta turbulência) e bentoplancônicos (organismos que realizam migração vertical). A composição da fauna foi bastante diversificada e, ao longo de todo o estudo, foi constatada pouca variação na diversidade entre os períodos de amostragem além de discreta variação sazonal. A abundância total de organismos planctônicos capturados no período diurno variou de 384 a 14746 org.m⁻³ ($4153,1 \pm 5766$ org.m⁻³) e, durante a noite de 504 a 67269 org.m⁻³ ($7845,3 \pm 18844$ org.m⁻³). A comunidade zooplancônica demonstrou uma diferença significativa ($p < 0,001$), em termos de abundância, sendo a fauna holoplancônica mais abundante que a meroplancônica e ambas em relação à fauna bentoplancônica. A maior abundância e percentual de contribuição dentre os holoplancônicos foi atribuída aos grupos Copepoda, Cladocera seguida de Tunicata. Já os meroplancônicos destacaram os grupos Mollusca e Echinodermata e, dentre os bentoplancônicos o grupo Mysida. A fauna zooplancônica apresentou, em matéria abundância, uma variação temporal com distinções significativas ($p < 0,001$) em cada mês de amostragem, sendo os valores registrados no verão similares entre si (85%), porém distintas das demais estações (< 40%). Contudo, não foram detectadas diferenças significativas de abundância ($p = 0,299$) relacionada à variável ambiental temperatura da água. Durante o período noturno foi registrada uma maior quantidade de organismos na coluna d'água, tendo ocorrido um incremento da fauna, principalmente pela maior frequência de misidáceos, larvas de decápodos e peixes juvenis. Contudo, a maior ocorrência desses organismos durante a noite não refletiu, estatisticamente, em diferenças na abundância total da fauna registradas no período diurno ($p = 0,123$). O presente estudo confirmou que a zona de arrebentação da Praia da Aviação, em Praia Grande (SP), é composta por uma comunidade zooplancônica abundante, rica e extremamente dinâmica, refletindo a ação conjunta de processos abióticos e bióticos, responsáveis por sua manutenção neste ambiente costeiro.

Palavras-chave: Migração vertical, variação nictemeral, zona de arrebentação, zooplâncton.

Abstract

Low depth coastal areas, such as surf zones at the sand beaches, are poorly studied when compared to other coastal ecosystems. However, they are considered of great ecological importance, because they shelter a high diversity of organisms that feed, reproduce and seek protection in the region against predators. The lack of studies is mainly due to the existing high hydrodynamics, and is often difficult to sample, especially at night. This study analyzed the temporal and nictemeral variation of the zooplankton existing in the surf zone of Praia da Aviação, a densely populated beach, located in the Praia Grande city, on the central coast of the State of São Paulo. The organisms were collected with plankton net through horizontal trawls, superficial and perpendicular to the beach in depth of 1m. Temperature and salinity data were also obtained along with visual observations of the state of sea agitation, local wind and cloudiness. This process occurred bimonthly between June 2013 and April 2015 during the day and night periods, With the objective of evaluating the variation in zooplankton composition and its relationship with vertical migrations. The zooplankton of the beach was represented by 116 taxa, including holoplanktonic, meroplanktonic, benthic organisms (present in the water column due to the high turbulence) and bentoplanktonic organisms (organisms that perform vertical migration). The faunal composition was quite diverse and, throughout the study, there was little variation in the diversity between the sampling periods as well as discrete seasonal variation. The total abundance of planktonic organisms captured in the daytime ranged from 384 to 14746 org.m⁻³ (4153.1 ± 5766 org.m⁻³) and, during the night from 504 to 67269 org.m⁻³ (7845.3 ± 18844 org.m⁻³). The zooplankton community demonstrated a significant difference ($p < 0.001$), in terms of abundance, between the holoplankton, meroplankton and bentoplankton fauna. The highest abundance and percentage of contribution among the holoplanktonic species were attributed to the Copepoda, Cladocera and Tunicata groups, whereas in the meroplankton fauna the groups Mollusca and Echinodermata were highlighted, and among the bentoplankton the Mysida group. The zooplankton fauna presented a temporal variation with significant distinctions ($p < 0.001$) in each month of sampling, with similar summer values (85%), but distinct from the other seasons ($< 40\%$). However, there were no significant differences in abundance ($p = 0.299$) related to the environmental variable water temperature. During the night period, more organisms were recorded in the water column, and the increase of the fauna occurred mainly due to the higher frequency of Mysida, decapod larvae and juvenile fish in this period, however, the higher occurrence of these organisms during the night did not statistically reflect differences ($p = 0.123$) in the total fauna abundance in relation to the daytime period. In general, it was detected in this study that the Praia da Aviação surf zone has an abundant and rich zooplankton community that reflects, in terms of composition and abundance, the dynamic character of the region, where environmental and biotic processes influence the Recurrent changes in the structure of the zooplankton community which is responsible for the maintenance of coastal marine life.

Keywords: Nictemeral variation, surf zone, vertical migration, zooplankton.

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. Contextualização	15
3.1. Praias Arenosas	15
3.2. Zooplâncton	18
3.2.1. Zooplâncton da Zona de Arrebentação	20
3.2.1.1. Estudos de Zooplâncton em Zonas de Arrebentação	24
4. Área de Estudo	25
4.1. Aspectos Regionais da Área de Estudo	26
4.1.1. Geomorfologia Terrestre	26
4.1.2. Geomorfologia Marinha	28
4.1.3. Oceanografia	29
4.1.4. Clima	30
4.2. Aspectos Locais da Área de Estudo	32
5. Métodos	34
5.1. Amostragem Zooplanctônica e Obtenção de Variáveis Ambientais	34
5.2. Processamento das Amostras e Análise da Fauna Zooplanctônica	37
5.3. Tratamento dos Dados e Análise Estatística	39
6. Resultados	41
6.1. Variáveis Ambientais	41
6.2. Comunidade Zooplanctônica	42
6.2.1. Composição da Fauna	42
6.2.2. Frequência de Ocorrência	45
6.2.3. Porcentagem de Contribuição	48
6.2.4. Riqueza, Diversidade e Equitabilidade	51
6.2.5. Variação da Fauna	53
6.2.5. Análise Estatística	62
6.2.5. Análise Multivariada	63
7. Discussão	64
7.1. Variáveis Ambientais	64
7.2. Comunidade Zooplanctônica	64
7.2.1. Riqueza, Diversidade e Equitabilidade	64
7.2.2. Variação Temporal	67
7.2.3. Variação Nicotemeral	77
8. Considerações Finais	80
9. Referências Bibliográficas	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Zonação morfológica de uma praia arenosa, segundo a classificação proposta por Hoefel (1998).	16
Figura 2.	Zonação hidrodinâmica, segundo a classificação proposta por Aagaard & Masselink (1999).	17
Figura 3.	Distribuição de estudos sobre zooplâncton da zona de arrebenção realizados ao longo da costa brasileira.	25
Figura 4.	Mapa da área de estudo, situada na área central do litoral paulista.	26
Figura 5.	Imagens locais da área de estudo – Praia da Aviação (Praia Grande/SP).	33
Figura 6.	Fotografias aéreas mostrando o surgimento de novos canais pluvio-fluvial, ao longo do tempo, na orla de Praia Grande. A) Imagem de 1962, ilustrando a presença de poucos canais; B) Imagem de 2000 e C) Imagem de 2015.	34
Figura 7.	Imagens dos escoamentos pluvio-fluvial na área de estudo.	34
Figura 8.	Desenho amostral de coleta da fauna zooplanctônica na zona de arrebenção interna da Praia da Aviação (Praia Grande/SP).	35
Figura 9.	Coletada da fauna zooplanctônica capturada na zona de arrebenção.	36
Figura 10.	Fracionamento das amostras devido à alta abundância de organismos zooplanctônicos capturados.	37
Figura 11.	Dados abióticos da água na zona de arrebenção interna da Praia da Aviação.	42
Figura 12.	Representação da quantidade de táxons registrados, de acordo com o hábito de vida, durante o período de estudo.	44
Figura 13.	Frequência de ocorrência dos grupos taxonômicos capturados, ao longo do estudo, no período diurno e noturno.	47
Figura 14.	Porcentagem de contribuição dos principais grupos taxonômicos amostrados na zona de arrebenção da Praia da Aviação.	48
Figura 15.	Porcentagem de contribuição dos principais grupos holoplanctônicos, meroplanctônicos e bentoplanctônicos capturados mensalmente durante os dois anos de amostragem na zona de arrebenção da Praia da Aviação.	50
Figura 16.	Porcentagem de contribuição dos principais grupos holoplanctônicos, meroplanctônicos e bentoplanctônicos em relação às amostragens dos períodos diurno e noturno ao longo de dois anos de análise na zona de arrebenção da Praia da Aviação.	51
Figura 17.	Índice de diversidade de Shannon, da fauna zooplanctônica, nos períodos diurno e noturno de cada mês amostral, ao longo de dois anos de análise.	52
Figura 18.	Dados de abundância mensal (org.m^{-3}) da fauna zooplanctônica capturada durante os períodos diurno e noturno na zona de arrebenção da Praia da Aviação.	55
Figura 19.	Dados de abundância média mensal (org.m^{-3}) da fauna zooplanctônica capturada durante os períodos diurno e noturno na zona de arrebenção de Praia Grande - SP ao longo de dois anos amostrais.	56
Figura 20.	Dados de abundância mensal (org.m^{-3}) da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebenção da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.	57

Figura 21.	Dados de abundância média mensal (org.m ⁻³) da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.	58
Figura 22.	Dados de abundância média (org.m ⁻³) dos grupos taxonômicos da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, durante o primeiro e segundo ano amostral.	60
Figura 23.	Dados de abundância média (org.m ⁻³) dos grupos taxonômicos da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.	61
Figura 24.	Distribuição das amostras de zooplâncton pela análise de <i>NMDS</i> .	63

TABELAS

Tabela 1.	Condições gerais de clima e mar durante o período de amostragem.	41
Tabela 2.	Lista dos táxons presentes na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, capturados bimensalmente durante dois anos nos períodos diurno e noturno.	43
Tabela 3.	Registro dos valores de abundância total dos principais grupos zooplantônicos amostrados ao longo do período de estudo.	54
Tabela 4.	Análises GLM (Generalized Linear Model) aplicadas entre as variáveis bióticas e ambientais em relação aos dados de abundância zooplanctônica.	62

ANEXOS

Anexo 1.	Estudos sobre zooplâncton da zona de arrebentação realizados ao longo da costa brasileira.	97
Anexo 2.	Abundância mensal, no período diurno e noturno, dos táxons presentes na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, capturados ao longo de dois anos amostrais.	98

1. Introdução

As praias arenosas oceânicas, apesar de ocuparem uma estreita porção da superfície geral do planeta, abrangem a maior parcela da região costeira mundial assumindo uma destacada importância socioeconômica e ambiental (Brown & McLachlan, 1990). Segundo Ab'Saber (2001) o Brasil possui o maior conjunto de praias arenosas do mundo e, ao longo de todo o litoral, as praias arenosas são consideradas um dos ambientes de maior extensão, ocupando uma faixa de 6000 km, sendo 430 km correspondentes ao litoral paulista (Souza & Suguio, 1996).

Resultante da interação de fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos e oceanográficos, o ambiente praiial assume um importante papel de proteção da linha de costa, pois se ajusta as condições hidrodinâmicas, devido sua composição de material inconsolidado que apresenta alta mobilidade, atuando como zonas tampão que protegem o continente contra a ação direta da energia do oceano (Muehe, 1994; Souza, 1997; Hoefel, 1998). Este ecossistema também se torna importante por abrigar uma diversidade considerável de organismos (Brown & McLachlan, 1990), sendo estes muitas vezes, utilizados pelo homem como fonte de alimento e renda.

Devido às constantes alterações ambientais, o ecossistema praiial é considerado altamente dinâmico e variável ao longo do tempo e espaço (Short, 1983) e, dependendo do padrão morfológico e regime hidrodinâmico local, as praias podem ser classificadas de acordo com seu padrão morfodinâmico, variando do dissipativo ao reflectivo (Wright & Short, 1984). Segundo Hoefel (1998) as praias ainda podem ser delimitadas em subambientes em razão dos processos hidrodinâmicos atuantes capazes de modificar a configuração morfológica de cada sessão praiial. Dessa forma destaca-se a zona de arrebentação, dentre os outros compartimentos existentes, por ser considerada de grande importância em consequência da alta energia e turbulência existente nesta região perfil praiial (McLachlan, 1980).

Delimitada entre o limite externo da quebra das ondas e a linha de praia (McLachlan *et al.*, 1981; Carter, 1988; Brown & McLachlan, 1990), a zona de arrebentação recebe a ação direta das ondulações geradas no oceano, sendo essa uma de suas importantes funções, pois é onde ocorrem a quebra das ondas incidentes e a dissipação de sua energia sobre a praia (Suguio, 1992; Souza, 1997; Hoefel, 1998). Essa hidrodinâmica promove o transporte de sedimentos, tanto rumo ao mar quanto rumo à costa, favorecendo a alteração na morfologia

praial e o desenvolvimento da linha de costa (McLachlan, 1980; Suguio, 1992; Calliari *et al.*, 2003; Davidson-Arnott, 2010). A ação das ondas e correntes costeiras, além de transportar sedimentos dentro da zona de arrebenção, também é capaz de promover a concentração de detritos, fitoplâncton e a recirculação da matéria orgânica aderida ao material arenoso inconsolidado (Brown & McLachlan, 1990; Rörig *et al.*, 1997; McLachlan & Brown, 2006; Ferreira, 2007). Esta situação é favorecida em consequência da alta concentração de nutrientes presentes na zona de arrebenção devido a sua localização limítrofe entre o ambiente terrestre e marinho que promove a troca entre os dois sistemas (Buthelezi, 2012).

Sendo assim, a hidrodinâmica da área é considerada a força geradora de processos biológicos, pois é capaz de disponibilizar matéria orgânica para coluna d'água permitindo uma maior decomposição bacteriana e o reaproveitamento dos nutrientes pelo fitoplâncton (McLachlan, 1980; Rörig *et al.*, 1997). Dessa forma, gera um ciclo em cadeia promovendo o desenvolvimento de organismos zooplancônicos e, conseqüentemente, da fauna em geral (McLachlan *et al.*, 1981; McLachlan & Erasmus, 1983; McLachlan & Brown, 2006).

Neste sentido, a compreensão da fauna zooplancônica é de extrema importância para entendimento da estruturação do ecossistema marinho costeiro (Lopes *et al.*, 2006), pois possui relevante posição na cadeia trófica pelágica marinha, como presas, competidores e consumidores, transferem energia e carbono entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores, além de ciclar nutrientes da coluna d'água (Lasiak, 1986; Brown & McLachlan, 1990; Brandini *et al.*, 1997; Lenz, 2005; Lopes *et al.*, 2006). Especificamente na zona de arrebenção, são considerados a base da cadeia alimentar para uma diversidade de peixes juvenis e crustáceos (Lasiak, 1986; Brown & McLachlan, 1990; Beyst *et al.*, 2001a, 2001b; 2002a), sendo muitos desses utilizados comercialmente (Paiva-Filho & Toscano, 1987; Bertozzi, 2002; Gaelzer & Zalmon, 2003; Silva *et al.*, 2004).

No entanto, a dinâmica e alta turbulência torna a zona de arrebenção um ambiente de alta complexidade (Lasiak, 1986) exigindo diversas adaptações por parte do zooplâncton e comunidades em geral (Wooldridge, 1983; Brown & McLachlan, 1990). Contudo a região é capaz de abrigar uma fauna variada de peixes e invertebrados marinhos que utilizam a área como habitat, pontos de alimentação e recrutamento, ou até mesmo, como proteção contra predadores (McLachlan *et al.*, 1981; Lasiak, 1981, 1986; Clark *et al.*, 1996b; Hams, 1996; Beyst *et al.*, 1999, 2002a; Pessanha *et al.*, 2000; Gaelzer & Zalmon, 2003; Pessanha &

Araujo, 2003; Barreiros *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Vilano, 2013; Favero & Dias, 2013, 2015).

A fauna zooplancônica da zona de arrebentação em praias arenosas é formada quase que inteiramente por crustáceos, entretanto, outros organismos podem ocorrer esporadicamente (Bersano, 1994; McLachlan & Brown, 2006; Buthelezi, 2012). O zooplâncton nesta região pode ser classificado como residente, espécies presentes regularmente, e não residentes, composta por espécies que ocorrem de forma migratória ou esporádica (Clark *et al.*, 1996a; McLachlan & Brown, 2006). Sendo que, em ambas as classificações os organismos podem ocorrer nas formas de ovos, larvas, jovens e adultos (Modde, 1980; Mees & Jones, 1997; Beyst *et al.*, 1999, 2001a, 2002a, 2002b; Barreiros *et al.*, 2004; Dominguez Granda *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Crawley *et al.*, 2006; Vasconcellos *et al.*, 2007; Avila *et al.*, 2009; Sahu *et al.*, 2012; Favero & Dias, 2013).

Apesar de ser considerada relativamente homogênea, estudos mostram que pode haver grandes alterações na composição e riqueza da fauna zooplancônica na zona de arrebentação, relacionadas diretamente às mudanças das variáveis físico-químicas (temperatura, salinidade, granulometria do sedimento, correntes, maré, altura de onda, turbidez e declividade praial) e padrões temporais (sazonalidade, horário do dia e fase lunar) (Romer, 1990; Clark *et al.*, 1996a; Clark, 1997; Dye *et al.*, 1981; Dexter, 1984; Hamerlynck & Mees, 1991; Mees & Jones, 1997; Lock *et al.*, 1999; Beyst *et al.*, 2001b, 2002a; Watt-Pringle & Strydom, 2003; Dominguez Granda *et al.*, 2004; Miller, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Crawley *et al.*, 2006; Vasconcellos *et al.*, 2007; Favero & Dias, 2013, 2015). No entanto, variações na composição das espécies zooplancônicas também podem ocorrer em consequência ao padrão de migração diária, vertical e horizontal, associado aos períodos de desova, dieta alimentar e predação (Moran, 1972; Rossouw, 1983; Webb & Wooldridge, 1990; Warman *et al.*, 1991; McLachlan & Brown, 2006).

No litoral brasileiro, apesar das praias arenosas serem consideradas um dos ambientes de maior extensão, estudos que buscam entender o comportamento da comunidade zooplancônica de zonas de arrebentação ainda são muito escassos ao contrário de outras regiões do mundo como África do Sul, Bélgica e Estados Unidos (McLachlan & Brown, 2006). No Brasil, dentre os trabalhos que descrevem a fauna existente em ambientes costeiros,

poucos analisam especificamente a zona de arrebentação, sendo a maioria dos estudos restritos a ecologia de uma única espécie ou grupo taxonômico.

Portanto, levando em consideração as lacunas no conhecimento existente e a importância do zooplâncton em áreas rasas de alta turbulência, este estudo busca documentar a comunidade zooplanctônica, de uma praia arenosa exposta localizada no litoral central paulista.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Descrever a comunidade zooplanctônica, presente na zona de arrebentação de uma praia arenosa exposta, localizada na cidade de Praia Grande, Região Metropolitana da Baixada Santista (SP).

2.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar a composição zooplanctônica existente na zona de arrebentação da Praia da Aviação, Praia Grande (SP);
- b. Analisar a estrutura da comunidade zooplanctônica e sua variação qualitativa em escala temporal (ao longo de dois anos) e nictemeral (período diurno e noturno);
- c. Determinar a abundância zooplanctônica total e dos principais grupos taxonômicos ao longo do tempo e período do dia;
- d. Caracterizar os principais grupos taxonômicos quanto à frequência de ocorrência e porcentagem de contribuição;
- e. Evidenciar a estrutura ecológica do zooplâncton através do índice de diversidade e equitabilidade.

3. Contextualização

3.1. Praias Arenosas

As nomenclaturas utilizadas para definir o ecossistema praial diferem-se consideravelmente entre si. No entanto, a característica mais notável é a presença de sedimentos não coesivos que as praias constituem, como também, a ação de fatores hidrodinâmicos atuantes neste sistema (Hoefel, 1998). De acordo com Suguio (1992), as praias são definidas, de uma forma geral, como uma região constituída por material inconsolidado, geralmente arenoso, e que se desenvolve ao longo de corpos aquosos, como oceanos, mares ou lagos. Segundo o mesmo autor, este ecossistema limita-se desde o nível de baixamar média (profundidade onde há a interação das ondulações com o substrato), até o limite das ondas de tempestade, ou então, onde haja mudanças na fisiografia. Esse ecossistema é altamente dinâmico, obedecendo a um ciclo construtivo e destrutivo que resulta da interação entre fatores oceanográficos, climáticos e geológicos (Souza, 1997).

Considerado extremamente frágil, o ambiente praial apresenta alta importância ecológica, biológica e socioeconômica, devido à existência de elevada concentração de biomassa (dependendo da hidrodinâmica local) e a presença de inúmeros organismos que compõem a cadeia trófica marinha (Brown & McLachlan, 1990), onde muitos destes são utilizados pelo homem para consumo ou como fonte de renda (Paiva-Filho & Toscano, 1987; Bertozzi, 2002). As praias também se destacam pela sua função como área de lazer e recreação, além de ser considerada como zona de proteção da linha de costa contra a ação destrutiva de ondas (Muehe, 1994; Souza, 1997; Hoefel, 1998).

De uma forma geral a feição praial é constituída por diferentes compartimentos e, para a designação de cada sessão, diversas terminologias são utilizadas e discutidas ao longo do tempo (Suguio, 1992; Muehe, 1994; Menezes, 1994; Angulo, 1996). De acordo com Tessler & Mahiques (2000), que realizaram uma revisão sobre a utilização dos termos, 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.

Neste estudo adotou-se a terminologia de zonação morfológica apresentada por Hoefel (1998), onde a porção aérea da praia é subdividida em pós-praia e face de praia e, a parte submersa em praia média e antepraia (Figura 1). De acordo com Hoefel (1998), a pós-praia

correspondente à zona superior da praia localizada acima do limite máximo de espraçamento até o início de mudanças fisiografias bruscas. A face da praia, que normalmente se refere à parte mais inclinada, limita-se a porção onde ocorre o espraçamento, fluxo e refluxo das ondas. Já a praia média está localizada abaixo do nível médio do mar, onde ocorrem os processos de arrebentação das ondas. E por fim, a antepraia refere-se à porção dominada por processos de empolamento das ondas estendendo-se mar adentro.

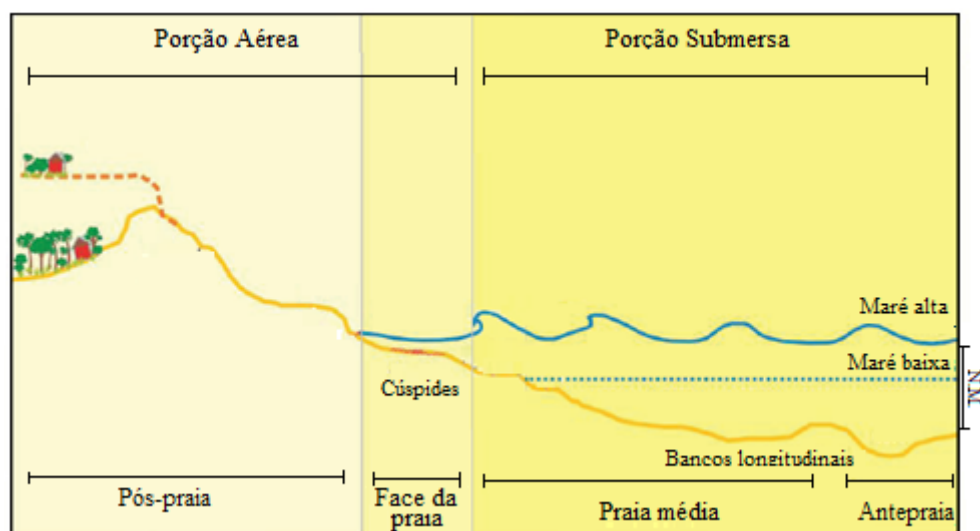


Figura 1: Zonação morfológica de uma praia arenosa, segundo a classificação proposta por Hoefel (1998). Fonte: Modificado de Short (1999) *apud* Moura (2012).

A área submersa do perfil praiar pode ainda ser definida e subdividida de acordo com os processos hidrodinâmicos gerados pelas ondas, onde há na literatura diferentes terminologias utilizadas. Neste estudo será adotada a terminologia baseada nos distintos estágios de transformação das ondas proposta por Aagaard & Masselink (*in* Short, 1999), onde a poção submersa é dividida em quatro regiões hidrodinâmicas: a zona de espraçamento, onde as ondas se chocam com a face da praia; a zona de arrebentação, onde há uma elevada turbulência devido ao rompimento das ondas e dissipação de sua energia, sendo esta subdividida em zona de arrebentação interna onde a maioria das ondas arrebenta e, externa onde quebram as ondas de maior altura; e por fim, a zona de empolamento das ondas, associada à redução da profundidade (Figura 2).

As praias recebem classificações distintas de acordo com algumas características, como por exemplo, o nível de exposição a ondas (protegida ou exposta), a forma como a energia das ondas é liberada, e o nível de inclinação da praia (McLachlan, 1980; Wright & Short, 1983; McLachlan & Dorvlo, 2005). De acordo com essas características as praias

apresentam estágios morfodinâmicos distintos, que podem variar do estágio dissipativo ao reflectivo passando pelos estágios intermediários, dependendo do padrão morfológico e regime hidrodinâmico local. (Wright & Short, 1984; Hoefel, 1998). As diferenças mais fáceis de serem identificadas entre os diferentes estágios morfodinâmicos estão relacionadas às zonas de arrebentação, onde visualmente nota-se zonas extensas com várias quebras de ondas, zonas estreitas com apenas uma linha de quebra, ou ainda, ausência da mesma (Mclachlan & Erasmus, 1983; Brown & Mclanhlan; 1990).

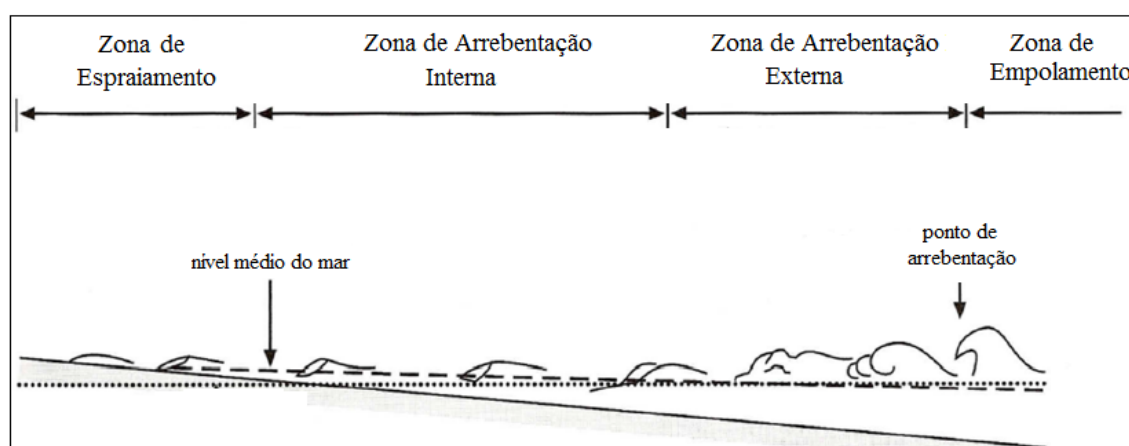


Figura 2: Zonagem hidrodinâmica, segundo a classificação proposta por Aagaard & Masselink (1999). Fonte: Modificado de Svendsen *et al.*(1978) (in Short, 1999).

Na linha de costa do Estado de São Paulo é possível observar praias que apresentam distintos estágios morfodinâmicos, onde esta diferenciação está relacionada às feições geomorfológicas da costa que se distinguem ao longo do litoral paulista (Souza, 1997; 2012). Suguio (1992) classificou as praias, de forma geral, em: praia de bolso, praia dissipativa, praia reflexiva e praia transicional. Contudo, devido aos diferentes modelos propostos de evolução do estado morfodinâmico praias, como por exemplo, os modelos para a costa americana e australiana (Wright & Short, 1984), Souza & Suguio (1996; 2003) e Souza (1997; 2001), estabeleceram uma compartimentação morfodinâmica específica para o litoral paulista, como: dissipativo (baixa ou alta energia); reflexivo (baixa ou alta energia); intermediário; ultradissipativo; e misto (reflexivo/dissipativo de baixa energia).

O trecho transitório entre as principais diferenças geomorfológicas do litoral paulista ocorre na região da Baixada Santista, o que confere às planícies locais uma alta complexidade. Ao contrário da porção Norte do litoral, as planícies da região Centro-Sul possuem características de submersão formando praias contínuas, menos recortadas e com

alto grau de exposição a ondas (Fulfaro & Ponçano, 1974; Ponçano, 1976; Souza, 1997), criando condições para o estabelecimento do padrão morfodinâmico dissipativo.

Em praias com essas características, onde se predomina o estágio dissipativo, a zona de arrebentação possui ampla extensão e baixa declividade permitindo assim a ocorrência de ondas de longo período, alta amplitude e energia que se quebram longe da face praial diminuindo em altura conforme ocorre a dissipação de sua energia ao longo da arrebentação (Mclachlan, 1990; Lippmann & Holman, 1990; Souza, 1997; Hoefel, 1998; Calliari *et al.*, 2003). A quebra das ondas é do tipo deslizante-mergulhante (Souza, 1997; Hoefel, 1998; Calliari *et al.*, 2003) e há o predomínio de ondas consideradas estacionárias (Wright *et al.*, 1982), ou seja, ondas que podem resultar do encontro de dois trens de ondas que seguem em sentidos contrários ocasionando a oscilação vertical da superfície da água (Suguio, 1992). Devido ao estoque de areia, em praias dissipativas, estar presente na região submersa, bancos longitudinais paralelos à praia são bastante comuns e, dependendo das condições hidrodinâmicas podem migrar ao longo da zona de arrebentação (Wright *et al.*, 1982; Hoefel, 1998; Calliari *et al.*, 2003).

A incidência de ondas oblíqua à linha de costa, como também, a ação de ventos locais produzem frequentemente na zona de arrebentação de praias dissipativas correntes paralelas à praia, denominadas de correntes longitudinais ou de deriva litorânea (Wright *et al.*, 1982; Komar, 1991; Suguio, 1992; Souza, 1997; Calliari *et al.*, 2003). A convergência de duas correntes longitudinais, que fluem em sentidos opostos, pode ainda originar as correntes de retorno que seguem da costa em direção ao mar (Davis & Hayes, 1984; Suguio, 1992; Souza, 1997; Hoefel, 1998). Ambas as correntes são responsáveis pelo transporte de material em suspensão, podendo este ser tanto inorgânicos (sedimentos) (Wright *et al.*, 1982; Suguio, 1992; Souza, 1997; Hoefel, 1998) quanto orgânicos (plâncton) (Campbell & Bate, 1997; Bonecker *et al.*, 2002; Ferreira 2007).

3.2. Zooplâncton

A comunidade planctônica marinha, segundo Brandini *et al.* (1997), é composta por grupos taxonômicos heterogêneos que abrangem uma ampla variedade de espécies, tanto de animais quanto vegetais. O zooplâncton é, dentro dessa comunidade, representado pela maioria dos filos de animais marinhos, desde poríferos até cordados (Nibakken, 1993; Lopes,

2007) e, por esta razão, corresponde a uma comunidade altamente complexa (Raymont, 1983).

Uma das principais características dos organismos zooplanctônicos é a baixa capacidade de natação, que por esta razão são passivamente transportados por maré e correntes marinhas, sendo sua distribuição em larga escala, relacionada ao deslocamento de massas d'água (Lopes *et al.*, 2006). No entanto, de acordo com Suthers & Rissik (2009), muitas espécies zooplanctônicas são capazes de realizar natação, controlar sua flutuação e posição corporal, conseguindo dessa forma, atingir diferentes correntes e profundidades.

Para Lopes *et al.* (2006), a compreensão da fauna zooplanctônica é de extrema importância para o entendimento da estruturação do ecossistema marinho. Segundo o autor, isso se deve pela relevante posição na teia alimentar pelágica que esta comunidade possui. Dentre as muitas funções, estes organismos atuam como presas, competidores e consumidores, transferindo energia e carbono entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores, além de realizar a reciclagem de nutrientes na coluna d'água (Lasiak, 1986; Brown & McLachlan, 1990; Brandini *et al.*, 1997; Kurtz, 1999; Lenz, 2005; Lopes *et al.*, 2006; Suthers & Rissik, 2009). Somado a estas funções, o zooplâncton é considerado a base da cadeia alimentar para uma diversidade de peixes juvenis e crustáceos (Lasiak, 1986; Brown & McLachlan 1990; Beyst *et al.*, 2001a; 2002a), sendo por tanto, o recrutamento de muitas espécies dependente do estoque e diversidade da comunidade zooplanctônica (Kurtz, 1999; Lopes *et al.*, 2006).

Dentre os distintos organismos pertencentes a esta comunidade, há espécies classificadas e denominadas como holoplanctônicas (euplâncton ou plâncton permanente), ou seja, que completam todo seu ciclo de vida no plâncton, e meroplanctônicas (hemiplâncton ou plâncton temporário), correspondente a táxons que permanecem no plâncton apenas nas fases iniciais do seu ciclo de vida (ovos e larvas), pois quando adultos compõem a fauna bentônica ou nectônica (Brandini *et al.*, 1997; McLachlan & Brown, 2006; Lopes, 2007; Suthers & Rissik, 2009).

Os organismos holoplanctônicos são representados em grande maioria pelos crustáceos, compreendidos expressivamente por copépodos (Parsons *et al.*, 1984; Lopes *et al.*, 2006; Suthers & Rissik, 2009), porém eufausiáceos e cladóceros também são comuns. Porém, a fauna holoplanctônica também é composta por outros grupos como urocordados filtradores, apendiculários e salpas, além de predadores como hidromedusas e quetognatos

(Levinton, 1982; Nibakken, 1993; Brandini *et al.*, 1997; Lopes *et al.*, 2006). Já o meroplâncton compreende principalmente larvas de crustáceos, moluscos, poliquetas e equinodermos, além de ovos e larvas de peixes (ictioplâncton) (Brandini *et al.*, 1997; McLachlan & Brown, 2006; Suthers & Rissik, 2009), e segundo Lopes (2006; 2007) outros grupos como os protistas heterotróficos, por exemplo os foraminíferos, também compõem o plâncton marinho.

Segundo Suthers & Rissik (2009), a fauna planctônica também pode ser classificada de acordo com a variação de tamanho dos organismos. Dentre as diferentes classificações, a proposta por Sieburth *et al.* (1978) é ainda hoje amplamente utilizada, sendo as categorias de tamanho estabelecidas como micro (20-200 μ m), meso (0,2-20mm), macro (2-20cm) e megazooplâncton (>20cm).

3.2.1. Zooplâncton da Zona de Arrebentação

A fauna zooplanctônica que habita especificamente a zona de arrebentação também é composta principalmente por crustáceos, porém, a região é capaz de abrigar uma fauna variada de peixes e invertebrados marinhos bentônicos e planctônicos, sendo os organismos gelatinosos menos frequentes e esporádicos (McLachlan & Brown, 2006).

Os distintos grupos taxonômicos da zona de arrebentação foram reconhecidos e caracterizados por Brown & McLachlan (1990) em duas categorias, os “residentes” e “não residentes”, de acordo com seu padrão de ocorrência. De acordo com os autores, as espécies consideradas residentes correspondem aos organismos que habitam constantemente a zona de arrebentação, os mesmos são representados por misidáceos, pequenos crustáceos e larvais de animais que habitam o substrato arenoso. Já a fauna denominada não residente é representada pelo meroplâncton (ovos e estágios larvas de animais não planctônicos), como também, organismos que aparecem na zona de arrebentação ocasionalmente, pois podem ser transportados de ambientes próximos, como estuário, costão rochoso e oceano aberto, pela ação eólica, de ondas e correntes (Brown & McLachlan, 1990). No entanto, baseado na frequência de captura Clarck (1996a) estabelece para a fauna não residente a classificação de “migratória”, quando a ocorrência dos organismos segue padrões específicos estando estes presentes na arrebentação, voluntaria ou involuntariamente, em determinados períodos do ano ou nos mesmos meses de anos subsequentes, e os denominados “esporádicos” quando a ocorrência não segue um padrão determinado. De acordo com Brown & McLachlan (1990) a

presença da fauna não residente é bastante variável e, apesar da sua ocorrência não ser constante é de grande importância como fonte de alimento para os demais componentes da cadeia trófica.

Alguns autores também consideram como integrante do plâncton, alguns pequenos organismos, como isópodos, anfípodos e misidáceos, que vivem próximos ao substrato arenoso, mas que ocasionalmente migram para o plâncton, pois apresentam certa capacidade de natação. Os mesmos são considerados residentes da zona de arrebentação (McLachlan, 1983; McLachlan & Brown, 2006) e, são conhecidos por diferentes termos, por exemplo, Omori & Ikeda (1984) definem como plâncton epibentônico, para Wooldridge (1989) são micoplanctônicos, Mees & Jones (1997) utilizam o termo hiperbentônico, Dye *et al.* (1981) e McLachlan & Brown (2006) os consideram como bentoplanctônico. Neste estudo, estes organismos serão mencionados com bentoplanctônicos, pois trata-se do termo mais recente e considerado o mais apropriado devido o modo de vida dos mesmos.

No geral, a fauna zooplanctônica de zonas de arrebentação pode ser considerada relativamente homogênea, entretanto, estudos relatam que a riqueza e composição das espécies sofrem alterações diretamente relacionadas às variáveis físico-químicas. Dentre estes fatores os mais citados são temperatura, salinidade, granulometria sedimentar, inclinação praial, turbidez, maré e variações hidrodinâmicas como correntes e altura de ondas incidentes (Dye *et al.*, 1981; Clark *et al.*, 1996b; Clark, 1997; Romer, 1990; Beyst *et al.*, 2001b; 2002a; Watt-Pringle & Strydom, 2003; Dominguez Granda *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Crawley *et al.*, 2006; Vasconcellos *et al.*, 2007; Favero & Dias, 2015). No entanto, variações da fauna zooplanctônica também podem ocorrer de acordo com padrões temporais, como sazonalidade, horário do dia e fase lunar (Watkin, 1941; Colman & Segrove, 1955; Dexter, 1984; Wooldridge, 1989; Webb & Wooldridge, 1990; Hamerlynck & Mees, 1991; Clark *et al.*, 1996a; Mees & Jones, 1997; Lock *et al.*, 1999; Beyst *et al.*, 2001a; 2001b; 2002b; Dominguez Granda *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Favero & Dias, 2013). Porém, ainda existem confusões sobre os reais fatores que estão relacionados com as variações temporais, pois há uma gama de possibilidades envolvendo conjuntamente variáveis físicas e biológicas (Clark *et al.*, 1996a).

Em relação à biomassa zooplanctônica, apesar de haver poucos estudos que busquem estimar este parâmetro, segundo Brown & McLachlan (1990), as zonas de arrebentação apresentam, em muitas localidades, valores superiores a águas profundas. Além disso, os

poucos trabalhos publicados relatam que a biomassa local também pode sofrer grandes variações diretamente relacionadas aos períodos do dia (diurno e noturno) (McLachlan & Brown, 2006).

Em geral, os elevados valores de biomassa são justificados pela frequente utilização, da zona de arrebentação, como área de alimentação pela fauna zooplancônica devido à ocorrência constante de blooms fitoplanctônicos, como também, à elevada quantidade de detritos em suspensão disponíveis na região (Clutter, 1967; McLachlan *et al.*, 1981; Lewin & Schaefer, 1983; Romer, 1986; Brown & McLachlan, 1990). Contudo, outras fontes de alimento são normalmente abundantes nestas áreas turbulentas, permitindo assim, que a fauna altere facilmente seu padrão alimentar quando necessário, sendo esta uma típica característica oportunista de muitos organismos que habitam esta região (McLachlan, 1983; Wooldridge, 1983).

De forma geral, a riqueza e abundância da fauna zooplancônica em zonas de arrebentação fazem com que o grupo ocupe uma posição importante na cadeia trófica local, pois é responsável pela atração de carnívoros primários e, conseqüentemente, peixes juvenis, elevando ainda mais a biomassa local (Vega-Pérez, 1993; McLachlan & Brown, 2006). No entanto, além de muitos organismos serem atraídos devido a grande disponibilidade de alimento a área também proporciona a fauna, como por exemplo, ictioplanctônica abrigo contra predadores que utilizam a visão para se alimentar, pois as características locais de alta turbulência e turbidez dificultam a ação dos predadores (McLachlan & Brown, 2006). Dessa forma, a zona de arrebentação pode ser considerada um habitat de alta importância para o desenvolvimento de muitas espécies, já que a mesma é constantemente utilizada como berçário, pois proporciona proteção e alimento a uma variedade de organismos (Modde, 1980; McLachlan *et al.*, 1981; Lasiak, 1981; 1986; Bennet, 1989; Brown & McLachlan, 1990; Gibson *et al.*, 1993; Monteiro-Neto & Musick 1994; Clark *et al.*, 1996a; Beyst *et al.*, 2001b; Gaelzer & Zalmon, 2003; Pessanha & Araujo, 2003; Silva *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Vasconcellos *et al.*, 2007; Favero & Dias, 2013; 2015).

Entretanto, a zona de arrebentação devido as suas características hidrodinâmicas também é considerada, segundo Lasiak (1986), um ambiente de alta complexidade. Este fator exige que os organismos, habitantes desse ambiente, adquiram diversas adaptações para a sua sobrevivência (Wooldridge, 1983; Brown & McLachlan, 1990). Uma delas, mencionada anteriormente, é o comportamento alimentar oportunista (Wooldridge, 1983), como também,

a característica de proteção das crias onde algumas espécies possuem marsúpios (bolsa de ovos) ou capacidade de deslocamentos para áreas mais calmas no momento de desova, podendo ainda se distribuir em manchas, evitando assim a predação (Cockcroft & McLachlan, 1986; McLachlan & Brown, 2006).

Além disso, a elevada dinâmica do ambiente exige que os organismos planctônicos tenham maior tamanho e, principalmente, maior capacidade de natação quando comparados a espécies de ambientes menos turbulentos (Clutter, 1967; McLachlan & Brown, 2006). Dessa forma, os que apresentam certa capacidade de natação podem se distribuir ao longo da praia de acordo com a oferta de alimento (Wooldridge, 1989) ou até mesmo com a intensidade hidrodinâmica do ambiente, preferindo áreas mais próximas ou distantes da linha de costa de acordo com este fator (Clutter, 1967; Wooldridge, 1983).

A mesma capacidade de natação permite a frequente ocorrência de migrações verticais e horizontais realizadas por muitas espécies de crustáceos, principalmente em sua fase adulta (McLachlan & Brown, 2006). Estas migrações são normalmente realizadas por espécies bentoplanctônicas que apresentam, como diversos outros organismos, atividade intensificada no período noturno (Moran, 1972; Wooldridge, 1981; DeLancey, 1987; Webb & Wooldridge, 1990; Warman *et al.*, 1991). Estudos realizados por Rossouw (1983) e Romer (1986) sugerem que grande parte das migrações esteja associada à busca por alimento ou a fuga de predadores, sendo a variação da fauna claramente perceptível em amostras diurnas e noturnas (McLachlan & Brown, 2006). O comportamento de migração horizontal também pode estar relacionado ao padrão de desova, onde muitas espécies se locomovem para fora da zona de arrebenção para desovar e quando juvenis retornam para o local de origem buscando alimentação e proteção (Cockcroft & McLachlan, 1986). No entanto, migrações relacionadas a outros fatores, como ciclo de maré e busca por áreas mais estáveis em períodos de tempestade, também podem ser frequentes, porém as dificuldades de amostragem em condições adversas de alta hidrodinâmica nas zonas de arrebenção impedem a comprovação efetiva destes eventos (Cockcroft & McLachlan, 1986; McLachlan & Brown, 2006).

Segundo McLachlan & Brown (2006), de uma forma geral o padrão de distribuição da fauna zooplânctônica residente da zona de arrebenção, é normalmente claro e bem definido ao longo das localidades já estudadas, porém, inúmeros fatores podem estar associados à distribuição espacial de muitas espécies (Wooldridge, 1989). A elevada hidrodinâmica associada ao elevado grau de turbulência da região é destacada por Lasiak (1986) como fator

que pode afetar a distribuição e abundância de muitas espécies que ocupam este ambiente. Para Wooldridge (1989) a ocorrência e intensidade de correntes de retorno e deriva litorânea também podem interferir na distribuição espacial desigual da fauna zooplanctônica ao longo da linha de costa, onde a mesma está diretamente relacionada com a capacidade de natação dos organismos.

3.2.1.1. Estudos de Zooplâncton em Zonas de Arrebentação

A comunidade zooplanctônica de zonas de arrebentação de praias arenosas, principalmente a macrofauna com certa capacidade de natação (peixes juvenis e camarões), é frequentemente estudada em diversas regiões do mundo como México, Bélgica, Holanda, Escócia, Estados Unidos e, principalmente, na África do Sul (McLachlan & Brown, 2006).

No Brasil, os diversos estudos com o objetivo de analisar a composição e variação da fauna zooplanctônica da região costeira foram desenvolvidos em áreas abrigadas ou em profundidades superiores a 5m com o auxílio de embarcações. No entanto, estudos específicos a fim de analisar a composição, diversidade e variação da fauna zooplanctônica da zona de arrebentação com o intuito de gerar uma melhor compreensão desse ambiente tem sido pouco desenvolvido no país (Figura 3 e Anexo 1). Por esse motivo ainda há muitas lacunas no conhecimento acerca da ocorrência e distribuição de importantes grupos taxonômicos pertencentes à comunidade zooplanctônica de áreas costeiras.

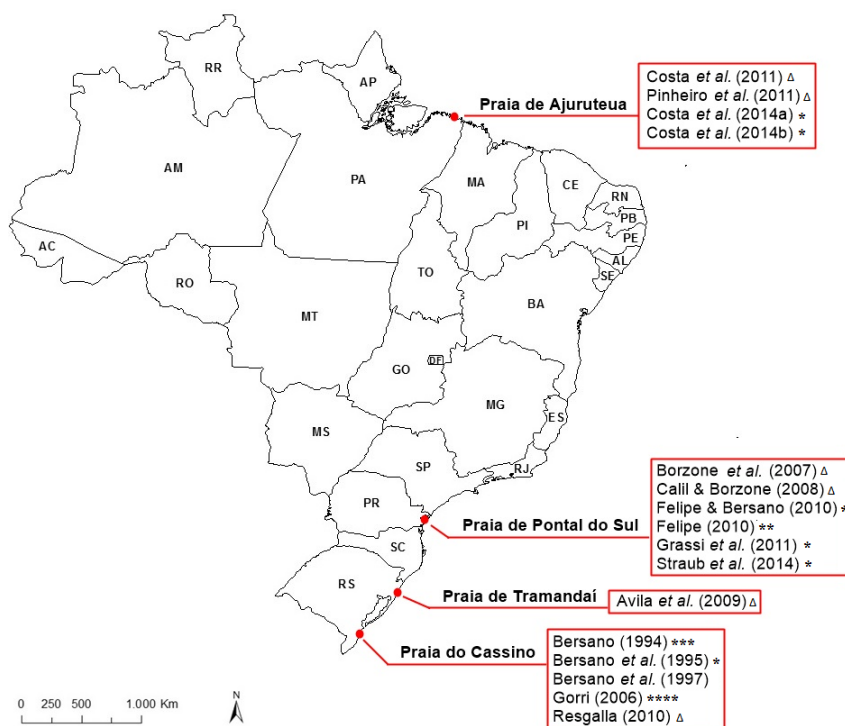


Figura 3: Distribuição de estudos sobre zooplâncton da zona de arrebenção realizados ao longo da costa brasileira (* Resumos de congresso; ** Monografia-Graduação; *** Dissertação-Mestrado; **** Tese-Doutorado; Δ Artigos publicados). Fonte: Modificado da base cartográfica IBGE.

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. Além disso, a variação da fauna é analisada durante um curto espaço de tempo, sendo ainda raros os estudos que estabelecem uma relação entre o zooplâncton diurno e noturno. Dessa forma, embora haja estudos taxonômicos que avaliam organismos das regiões costeiras, muitos poucos analisam a totalidade da comunidade zooplanctônica específica de zonas de arrebenção. Como mencionado anteriormente, acredita-se que isso esteja diretamente relacionado às grandes dificuldades de coleta de dados em zonas de arrebenção devido à alta hidrodinâmica existente, especialmente em praias expostas (McLachlan & Brown, 2006).

4. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no setor norte do Município de Praia Grande, no Litoral Central do Estado de São Paulo (Figura 4).

Inserida na região metropolitana da Baixada Santista a cidade de Praia Grande abrange 145Km² entre as coordenadas 24°00’/24°05’S e 46°24’/46°35’W fazendo confluência com os Municípios de São Vicente e Mongaguá (Praia Grande, 2015). Em toda a extensão de Praia Grande, com exceção dos morros Xixová e de Itaipú, o embasamento cristalino não alcança as águas oceânicas, permitindo assim o desenvolvimento da extensa e contínua linha de costa correspondente a 22km de praia (Praia Grande, 2015).

Ao longo da faixa litorânea do município foi selecionado o ponto de estudo correspondente a uma sessão da Praia da Aviação (24°01’S e 46°25’W) localizada a 3,5km do morro de Itaipú (extremo Norte da orla).

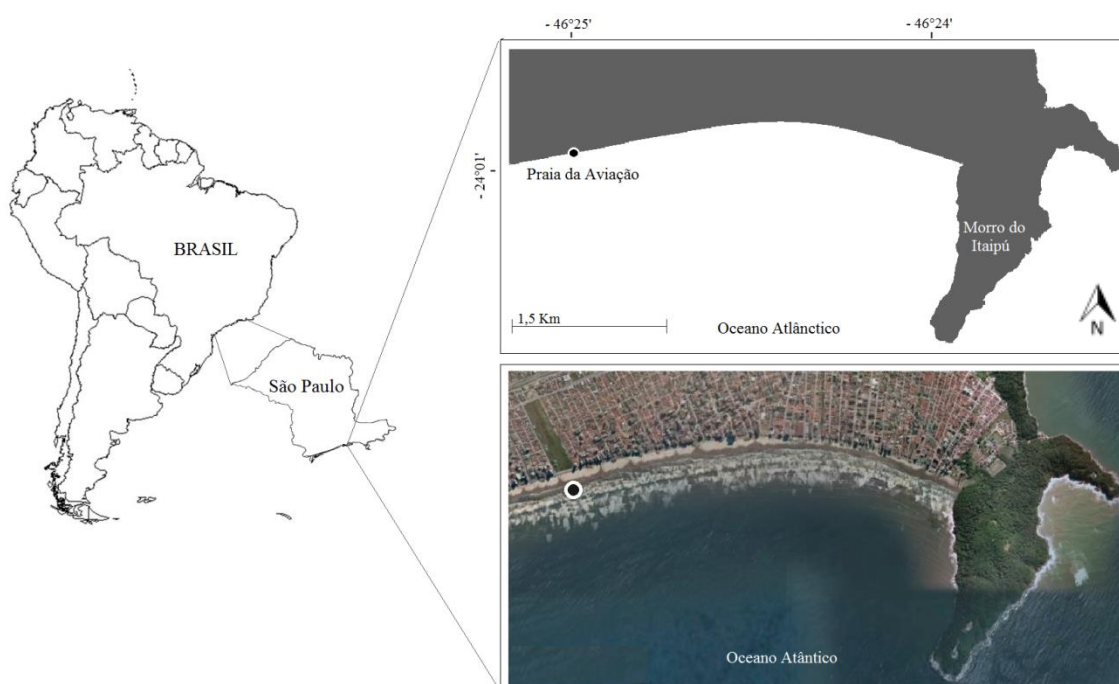


Figura 4: Mapa da área de estudo, situada na área central do litoral paulista. Destacado o local de amostragem (●). Fonte: Modificado de Matos *et al.*, 2012; Fonte da imagem: Dados cartográficos Google 2013, MapLink. imagens Cnes/Spot, Digital Globe, Landsat, Terra Metrics.

4.1. Aspectos Regionais da Área de Estudo

4.1.1. Geomorfologia Terrestre

O litoral paulista apresenta características geológicas ligadas à era Mesozóica, através do início de eventos geológicos que deram origem formação do Oceano Atlântico Sul (Jurássico-Cretáceo), e posteriores eventos tectono-magmáticos que promoveram o

soerguimento da borda continental e subsidência das bacias marginais (Almeida, 1976; Souza, 1997).

Segundo Amorim & Oliveira (2009) a região da Baixada Santista contém dois setores geomorfológicos, sendo eles o Domínio Morfoestrutural Planalto Atlântico, à qual pertence a Serra do Mar e Domínio Morfoestrutural Planície Costeira.

O Domínio Morfoestrutural Planalto Atlântico apresenta duas unidades geoambientais distintas, a unidade da Serra do Mar e de Morros Residuais ou Isolados (Amorim, 2007). Ambas as unidades apresentam formação geológica composta por rochas datadas do Pré-Cambriano que foram metamorfizadas e adquiriram alta resistência à ação do intemperismo (Suguio & Martin, 1978). Especificamente os Morros Residuais ou Isolados, que no Município de Praia Grande são representados pelo Morro Xixová e Itaipú, tem sua formação associada aos processos tectônicos ocorridos durante o Cretáceo-Terciário, responsáveis pela fragmentação e isolamento da Serra do Mar em direção à bacia oceânica (IPT, 1981; São Paulo, 1997).

O Domínio Morfoestrutural Planície Costeira (Suguio & Martin, 1978) ou Complexo Costeiro (Almeida, 1964; 1976) é formado por áreas contínuas a beira mar, que não ultrapassam 70m de altitude em relação ao nível médio do mar e que apresentam predominantemente topografia plana, favorecendo ao longo do tempo a ocorrência de processos deposicionais (Almeida, 1964). A litologia da Planície Costeira é constituída por areias inconsolidadas, formadas predominantemente por depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos, associados a depósitos fluviais e lagunares (Suguio & Martin, 1978; IPT, 1981). Estes sedimentos são oriundos da Formação Cananéia e Transgressão Santos, respectivamente, associados às oscilações do nível do mar ligadas às variações glácio-eustáticas do Quaternário, que deram origem aos depósitos sedimentares marinhos e flúvio-marinhos nas partes baixas da planície (Suguio & Petri, 1973; Fúlfaro & Suguio, 1974; Suguio & Martin, 1978). Segundo Souza (1997) estas variações do nível do mar atuaram fundamentalmente como agente modelador das planícies costeiras no estado de São Paulo, como também, da linha de costa de forma geral.

A atual linha de costa do Estado de São Paulo, levando em consideração a sua complexidade e grau de reentrâncias, apresenta 863,8 Km, sendo que região da Baixada Santista ocupa a maior parte dessa extensão (Lampareli, 1998). Segundo Souza & Suguio (1996), 430 km do litoral paulista é composto por praias arenosas oceânicas que possuem

distintas características ao longo da costa, dependendo das feições geomorfológicas da zona costeira. No Litoral Norte a proximidade da Serra do Mar com o oceano faz com que a linha de costa regional se torne bastante recortada, restringindo a extensão da planície costeira e formando feições como enseadas, baías e pequenas praias abrigadas (Fúlfaro & Suguio, 1974; Fúlfaro & Coimbra, 1972; Souza, 1997, 2012).

Da Baixada Santista, em direção ao Litoral Sul, as escarpas se distanciam gradativamente da linha de costa, chegando a dezenas de quilômetros de distância, e consequentemente, esporões rochosos se tornam mais escassos, sendo raros a presença de ilhas, morros e morretes isolados (Fúlfaro & Coimbra, 1972; Melo & Ponçano, 1983; Souza, 1997). Essa fisiografia costeira permite a formação de uma costa retilínea com ampla planície sedimentar, recortadas por grandes sistemas estuarino-lagunares, e praias com feições alongadas e expostas ao oceano (Souza, 1997).

O trecho transitório entre essas duas feições geomorfológicas do litoral paulista ocorre justamente na região da Baixada Santista, o que confere às planícies locais uma alta complexidade. A porção ao Norte da região apresenta característica de emersão, com ocorrência de morros e morretes isoladas que atingem o ambiente marinho e proporcionam à formação de praias e enseadas de curta extensão. Já em direção à porção Sul, a partir do Município de Praia Grande, a planície possui característica de submersão, com praias contínuas, menos recortadas e de ampla extensão (Fúlfaro & Ponçano, 1974; Ponçano, 1976).

Dessa forma, as praias arenosas existentes na linha de costa do Estado de São Paulo apresentam diferentes graus de exposição, relacionado principalmente às características geomorfológicas ao longo do litoral paulista e que configuram praias com padrões morfológicos distintos, sendo estas mais abrigadas ou expostas. No entanto, segundo Souza (1997, 2012), essas diferenças também estão relacionadas às peculiaridades predominantes da praia ao longo do tempo como, características hidrodinâmicas, sedimentológicas e climáticas.

4.1.2. Geomorfologia Marinha

A formação e evolução da Plataforma Continental Sudeste brasileira está diretamente relacionada aos eventos geológicos responsáveis pela abertura do Oceano Atlântico Sul e, aos eventos tectônicos que promoveram o soerguimento da Serra do Mar e subsidência da Bacia de Santos (Almeida, 1976; Souza, 1997).

A plataforma continental do Estado de São Paulo, formada após os eventos geológicos citados, abrange uma largura entre 73 a 231 km de extensão, onde a profundidade da quebra da plataforma está localizada entre 120 a 180m, sendo que a porção da Baía de Santos apresenta maior extensão quando comparada as áreas adjacentes (Rodrigues *et al.*, 2003). A plataforma pode ser dividida em distintas regiões como: interna, média e externa (Nittrouer & Wright, 1994). De acordo com os autores, a porção interna da plataforma esta associada às zonas costeiras onde a hidrodinâmica é mais intensa devido a menor profundidade, já a plataforma média trata-se de uma região de transição onde há uma diminuição da intensidade e frequência da agitação sob o fundo marinho e, por fim, a região externa apresenta altas profundidades e reflete uma forte diminuição da ação de ondas sob o fundo marinho.

A composição química dos sedimentos superficiais da plataforma continental de São Paulo foi descrita em diversos trabalhos, dentre eles destaca-se o estudo desenvolvido por Alves & Ponzi (1984) que caracteriza a plataforma interna e média constituída principalmente por sedimentos terrígenos e, a plataforma externa com maior porcentagem de sedimentos carbonáticos. No que se refere ao padrão granulométrico dos sedimentos superficiais da plataforma continental do estado, esta é descrita por Folk & Ward (1957) e Furtado & Mahiques (1990) como constituída por areias finas e muito finas.

4.1.3. Oceanografia

No entendimento dos fenômenos oceanográficos deve-se considerar que o litoral paulista, localizado na Plataforma Continental Sudeste, está sujeito à influência dos eventos oceanográficos de larga-escala ocorrentes nessa região (Fontes, 1995). De acordo com o autor estes eventos respondem aos fenômenos climáticos relacionados, principalmente, aos efeitos da dinâmica dos ventos ligados a circulação de origem marítima e deslocamento de sistemas frontais. Além disso, a região também é influenciada por massas d'águas regionais, que para o Estado de São Paulo destacam-se, segundo Fontes (2010), a Água Costeira (AC), originada da interação de águas continentais com as águas marinhas; a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), originada em subsuperfície, mais fria e rica em nutrientes, e que eventualmente chega à superfície ou próximo dela (nos períodos de intensificação de ventos do quadrante leste); e a Água Tropical (AT), mais quente e pobre em nutrientes, proveniente da corrente do Brasil, que eventualmente forma intrusões sobre a plataforma interna, chegando até as praias.

O litoral paulista é submetido ao regime de micromarés do tipo semi-diurna, que resulta em um processo físico de pouca influência nos ambientes praias ou na modificação das correntes (Mesquita, 1995). Contudo, segundo Harari & Camargo (1990), essa componente astronômica pode ser intensificada em situações específicas, como entrada de frentes frias, oscilando em condições extremas entre +1,4m e -1,8m (Tommasi, 1979). As variações do nível do mar, em escala mensal e diária, são relativamente iguais para toda a costa do estado, não ultrapassando 1m, de acordo com Mesquita (1995). Dessa forma as praias paulistas podem ser caracterizadas como dominadas por ondas, já que a maré atua de forma secundária (Souza, 1997).

De acordo com os dados levantados por Tessler *et al.* (2006) e Souza (2012), a altura significativa das ondas geradas em oceano aberto varia entre 0,5 e 2m, com períodos entre 3 a 30 segundos e, intervalos entre 9 e 11 segundos. No entanto, ondas de maior energia oriundas dos quadrantes SW, S e SE, podem atingir alturas superiores a 5m quando há a associação de sistemas frontais e ciclones extratropicais (Fonzar, 1994; Satyamurty *et al.*, 1998). Segundo os autores, estas perturbações atmosféricas são responsáveis pelos eventos de ressaca e correm com maior frequência entre os meses de abril e setembro.

Além da ação dos ventos na Plataforma Continental, responsáveis pela formação de ondas em oceano aberto, os ventos locais também podem gerar ondulações, porém, estes não são considerados agentes importantes na modificação das ondas que incidem na costa (Tessler, 1988; Bomtempo, 1991; Souza, 1997; 2012).

4.1.4. Clima

De maneira geral, o clima da América do Sul pode ser caracterizado, segundo Satyamurty *et al.* (1998), como uma mistura de clima tropical, subtropical e extratropical. Sendo sua circulação atmosférica influenciada tanto pelo oceano Atlântico como pelo Pacífico, devido à localização entre os dois oceanos (Wainer & Taschetto, 2006).

A circulação atmosférica da porção sul da América do sul é influenciada pela atuação de dois anticiclones, o Anticiclone Tropical Atlântico (ATA) e o Anticiclone Polar Atlântico (APA) (Fonzar, 1994). De acordo com Sant'Anna Neto (1994), o ATA origina a Massa Tropical Atlântica, atuante o ano inteiro no litoral paulista e é responsável pela geração de ventos chamados de Alísios de direção E e NE. Já o APA forma a Massa Polar Atlântica desloca-se frontalmente em direção à costa, sendo esta responsável pela ocorrência de frentes

frias que alteram a direção e intensidade dos ventos predominantes na região, como também, a pressão atmosférica e taxas de precipitação (Nimer, 1979; Fonzar, 1994; Sant'Anna Neto, 1994; Satyamurty *et al.*, 1998). Por tanto, no litoral paulista, o clima é influenciado diretamente por massas tropicais e polares, sendo a atuação da massa polar e, conseqüentemente, a ocorrência de frentes frias mais rigorosas e frequentes no inverno (Sant'Anna Neto, 1994).

Segundo Alvares *et al.* (2013) praticamente toda a costa do Estado de São Paulo, incluindo a região sul, possui características de Clima Tropical Úmido (Af), segundo a classificação climática internacional de Köppen. As áreas sob a influência desse regime climático apresentam ausência de estação seca e temperaturas médias $\geq 18^{\circ}\text{C}$ (mês mais frio) e $\geq 22^{\circ}\text{C}$ (mês mais quente) (Rolim, 2007). As escarpas da Serra do Mar influenciam diretamente a formação de chuvas orográficas (Conti & Furlan, 2011) e, conseqüentemente, os altos índices de precipitação anual (3.000mm) registrados na região central do estado (Alvares *et al.*, 2013).

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).

De acordo com Monteiro (1973) outro fator que influencia o clima na região é a corrente marítima do Brasil, pois esta corrente de águas quentes aumenta a quantidade de água disponível no sistema através de evaporação. No entanto, devido ao predomínio da Massa Tropical Atlântico o tempo mantém-se estável, a não ser nos meses de inverno onde a região está mais sujeita a fortes resfriamentos devido à influência da Massa Polar Atlântica.

Especificamente para região da Baixada Santista, a literatura que aborda os aspectos climáticos é bem escassa, sendo o clima associado a uma série de antigas publicações. O panorama climatológico da Baixada Santista, referente há duas décadas (1980 a 2004), foi descrito por Harari *et al.* (2008) onde os autores caracterizaram a região baseado no modelo climático desenvolvido pelo National Center for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR). Esse estudo mostrou taxas de precipitação entre $1734,45 \pm 3027,50\text{mm/ano}$ e significativas variações sazonais referentes à temperatura do ar, com médias de $17,33 \pm 3,89^{\circ}\text{C}$ em julho e $21,77 \pm 1,89^{\circ}\text{C}$ em fevereiro. No que se refere à circulação atmosférica, o estudo apresenta predominância de ventos do quadrante Leste. O

padrão anual de precipitação apresenta alta concentração na estação de verão, devido à presença de massas de ar úmidas que se deslocam em direção a Serra do Mar gerando alta nebulosidade e precipitação (São Paulo, 2010). O período menos chuvoso ocorre no inverso, porém é frequente a ocorrência de instabilidades relacionadas a entradas de frentes frias responsáveis por chuvas intensas em poucos dias (Harari *et al.*, 2008; São Paulo, 2010).

4.2. Aspectos Locais da Área de Estudo

A linha de costa de Praia Grande, juntamente com os Municípios de Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, forma um dos arcos praias mais longos do litoral paulista, com aproximadamente 70km de extensão (Souza, 2012) e, segundo a autora, a planície costeira e a plataforma continental da região são amplas e possuem características de baixo gradiente topográfico.

A orla de Praia Grande é limitada ao Norte pelo Morro de Itaipú e, ao Sul pelo limite territorial com a cidade Mongaguá. No extremo Norte há o contato abrupto entre o oceano e o Morro de Itaipú, caracterizando um esporão que adentra em direção ao oceano, onde há a formação de costões rochosos (Guerra & Guerra, 2005) com alto gradiente batimétrico (São Paulo, 1997). Esta formação rochosa está exposta à ação de ondulações e atua como obstáculo para a propagação de trens de ondas que atingem a costa (São Paulo, 1997).

A faixa de praia é essencialmente formada por sedimento arenoso, de granulometria fina a muito fina, sendo este material muito bem selecionado devido à pequena dispersão entre os valores granulométricos (Souza, 1997, 2012). Esta característica deve-se principalmente ao processo de formação da praia a partir do retrabalhamento de sedimentos marinhos antigos (Tesller, 1988; Guedes, 2009; Souza, 2012).

Segundo Souza (1997) e Farinaccio (2008), a inclinação e largura da faixa praias apresentam grandes variações ao longo da linha de costa, onde a porção norte possui menor inclinação e maior largura (150m), sendo este padrão alterado em direção ao sul onde há maior inclinação e menor extensão da faixa praias (80m). A linha de costa apresenta orientação NE-SW, estando completamente exposta ao sistema de ondulação oriunda do S-SSE (Souza, 1997).

Em relação ao padrão morfodinâmico as características de baixa declividade (inclinação média igual 2° podendo chegar a 4° em alguns pontos), extensa zona de arrebatamento, associada, à exposição constante de ondas com alta energia, fazem com que a

faixa praial de Praia Grande apresenta feições de praia dissipativa (Souza, 1997) (Figura 5). Entretanto, o padrão morfodinâmico pode ser alterado dependendo das condições meteorológicas e variações hidrodinâmicas locais (Souza, 1997, 2001; Souza & Suguio, 1996, 2003).



Figura 5: Imagens locais da área de estudo – Praia da Aviação (Praia Grande/SP). A) Vista da porção sul; B) Vista da porção Norte; C) Vista frontal da praia.

No litoral de Praia Grande é comum à ocorrência de correntes longitudinais a praia que fluem em dois sentidos (NE e SW), no entanto há pequena predominância rumo SW, em direção à cidade de Mongaguá (Souza, 1997). De acordo com Bomtempo (1991) a corrente longitudinal flui com mais frequência para SW em períodos de calmaria e, para NE durante passagens de frentes fria.

Atualmente a orla do município não recebe a influência direta de cursos hídricos continentais de origem natural, isso devido principalmente ao processo intenso de urbanização

que, entre outras consequências, modificou significativamente o padrão de drenagem superficial da planície costeira. Contudo, nota-se ao longo do tempo, o aumento progressivo de canais fluviais artificiais na faixa praial, que drenam em direção ao mar e, consequentemente ocasionando o input de água doce e matéria orgânica ao ecossistema marinho local (Souza & Cunha, 2009, 2012) (Figura 6 e 7).



Figura 6: Fotografias aéreas mostrando o surgimento de novos canais de canais pluvio-fluvial, ao longo do tempo, na orla de Praia Grande. A) Imagem de 1962, ilustrando a presença de poucos canais; B) Imagem de 2000 e C) Imagem de 2015. Fonte: Modificado de Souza & Cunha (2009, 2012) e Dados cartográficos Google 2015, MapLink. images Cnes/Spot, Digital Globe, Landsat, Terra Metrics.



Figura 7: Imagens dos escoamentos pluvio-fluvial na área de estudo. A) Vista do ponto de descarga fluvial; B) e C) Vista do escoamento na faixa praial. Fonte: Vaske Jr. (2014) (acervo pessoal)

5. Métodos

5.1. Amostragem Zooplancônica e Obtenção de Variáveis Ambientais

As coletas de dados foram realizadas em um ponto constituído de três réplicas equidistantes a cada 100m, localizado dentro da zona de arrebenção interna em um trecho da Praia da Aviação, no Município de Praia Grande - SP. O ponto selecionado foi amostrado bimensalmente durante dois anos consecutivos, de junho de 2013 a abril de 2015, nos períodos diurno e noturno (Figura 8). Durante o período amostral foi possível obter dados em todas as estações do ano com condições de preamar e baixa-mar ordinária de sizígia e quadratura.

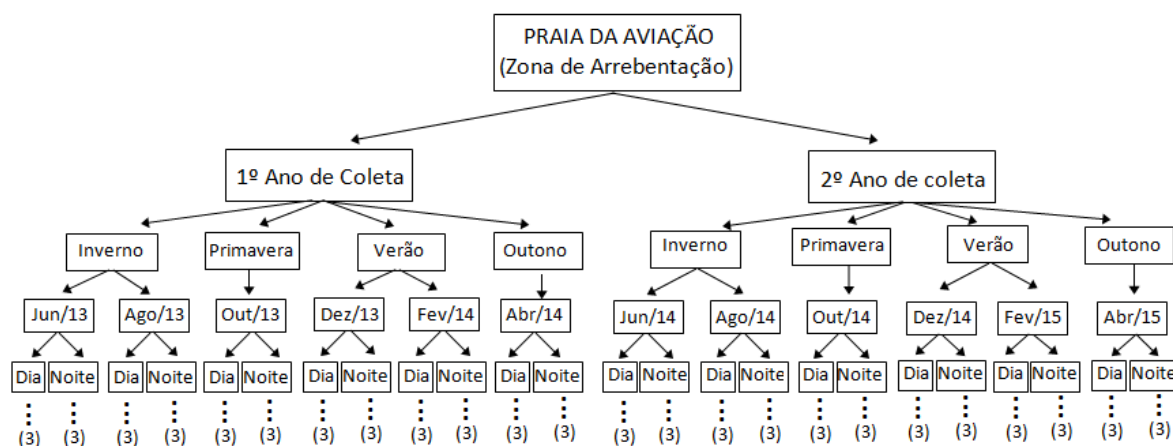


Figura 8: Desenho amostral de coleta da fauna zooplânctônica na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação (Praia Grande – SP). () = número de réplicas amostrais.

A fauna zooplânctônica foi coletada por arrasto superficial contínuo, horizontal e paralelo à praia, utilizando rede de plâncton cilindro-cônica com 50 cm de diâmetro, 1,4m de comprimento e malha de 180µm. O arrasto foi realizado por duas pessoas que percorrerem 100m de distância, durante três minutos à 1m de profundidade (Figura 9a, 9b, 9c). 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 preservação e fixação das amostras, utilizou-se solução de formaldeído tamponado com tetraborato de sódio em concentração final de 4%, já que a ação ácida do formol, com o tempo, pode causar danos aos organismos (Haney & Hall, 1973). Por fim, o conteúdo amostral foi armazenado em frascos plásticos com capacidade de 250 ml (Figura 9d).



Figura 9: Coleta da fauna zooplancônica na zona de arrebenção. A) e B) Arrasto superficial, horizontal e paralelo à praia; C) Retirada da água da rede de coleta; D) Armazenagem das amostras.

No momento das coletas foram obtidos dados abióticos de temperatura e salinidade da água, além da quantificação do número de ondas incidentes, de observações do estado de agitação do mar, vento local e cobertura de nuvem, maré e ciclo lunar.

A temperatura e salinidade da água foram obtidas com auxílio de termômetro de mercúrio e refratômetro, respectivamente. Para a classificação do vento local e aspecto do mar, foi utilizada a escala Beaufort. A determinação da cobertura de nuvens foi realizada através da observação visual, pela divisão (imaginária) da abóbada celeste em oito quadrantes e somatória das partes encobertas, conforme padrões definidos pela Organização Mundial

Meteorológica (Echer *et al.*, 2006). Os dados de maré e ciclo lunar foram obtidos junto à Diretoria de Hidrologia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) a partir do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO).

5.2. Processamento das Amostras e Análise da Fauna Zooplancônica

Em laboratório, devido a alta quantidade de organismos as amostras foram reduzidas utilizando fracionador “Folsom Plankton Splitter” (Omori & Ikeda, 1984), para obtenção de subamostras (Boltovskoy, 1981), sendo variado o tamanho das frações ($1/4$ a $1/256$) dependendo da concentração dos organismos (Figura 10). Posteriormente o valor de indivíduos registrado foi multiplicado pelo fator de subamostragem, com o objetivo de estimar a quantidade de organismos coletados.



Figura 10: Fracionamento das amostras devido à alta abundância de organismos zooplancônicos capturados.

A triagem, identificação e quantificação dos táxons foram realizadas sob estereomicroscópio binocular (Zeiss). Para a análise qualitativa da fauna foi utilizado os guias compilados por Smith & Johnson (1996), Boltovskoy (1999), Johnson & Allen (2005) e Suthers & Rissik (2009). A identificação do zooplâncton foi realizada em distintos níveis taxonômicos, sempre buscando o melhor refinamento, sendo parte classificada em nível de gênero e espécie, mas a maioria reconhecida em nível de ordem e classe. A identificação dos organismos foi validada e atualizada em relação à nomenclatura e autoria de acordo com o banco de dados WoRMS (*World Register of Marine Species*). Os táxons identificados foram relacionados em grandes grupos para melhor visualização gráfica da composição geral.

Foi realizada a classificação da fauna zooplancônica presente na zona de arrebentação segundo sua frequência de captura, sendo a mesma denominada como “residente”, “migratória” ou “esporádica”, de acordo com Clarke (1996a). Segundo este autor é considerado “residente” os organismos capturados praticamente todos os meses amostrais, os “migratórios” referem-se aos táxons coletados em determinados períodos do ano ou nos mesmos meses de anos subsequentes, sendo que estes podem alcançar a zona de arrebentação de forma voluntária ou involuntária e, os classificados como “esporádicos” relaciona-se aos organismos com ocorrência que não segue um padrão determinado. Neste estudo também foi adotado o agrupamento segundo o hábito de vida da fauna zooplancônica, holoplancônica, meroplancônica e bentoplancônica. Além disso, os organismos foram ainda classificados segundo seu estágio de desenvolvimento (ovo, larva, juvenil e adulto). A fauna bentônica capturada no estágio adulto foi ainda organizada segundo o seu habitat (bentônico de substrato arenoso, bentônico de substrato rochoso e bentoplancônico). Sendo que, o grupo bentoplâncton é composto por organismos que apresentam ligação com o substrato arenoso, mas que possuem a característica e capacidade de realizar migração para o plâncton em determinado período do dia (McLachlan & Brown, 2006). Contudo, os organismos adultos de hábito exclusivamente bentônico não foram incorporados às análises, pois foi considerado que os mesmos não pertencem à fauna zooplancônica, estando estes presentes no plâncton apenas em decorrência da alta hidrodinâmica da zona de arrebentação.

A abundância da fauna zooplancônica (org.m^{-3}) foi calculada através da fórmula proposta por Newell & Newell (1963), que considera o número total de indivíduos presente na amostragem (estimado na subamostra), dividido pelo volume de água filtrado (m^3) utilizando a fórmula: $n^\circ \text{org.m}^3 = n / v_{(\text{m}^3)}$; onde n representa o número de organismos na amostra; e v o volume de água filtrada pela rede. O volume de água filtrada foi calculado em função da área de abertura da rede (m^2), velocidade (m/s) e tempo de arrasto (seg.) pela fórmula: $V_{(\text{m}^3)} = A \times v \times T$; onde A corresponde a abertura da rede (πr^2); v representa velocidade de arrasto (distância dividida pelo tempo de arrasto); e T corresponde ao tempo de arrasto.

A porcentagem de contribuição dos grupos zooplancônicos foi obtida pela divisão dos dados de abundância referente a cada grupo taxonômico, 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, dessa forma os grupos taxonômicos foram classificados como

muito frequentes ($n > 75\%$), frequentes ($50\% < n \leq 75\%$), esporádicos ($25\% < n \leq 50\%$) ou raros ($n \leq 25\%$).

A diversidade foi obtida através do Índice de *Shannon*, considerado o índice mais recomendado para estudos ecológicos (Krebs, 1989), e que se baseia na proporção da espécie i na amostra (p_i), que pode ser considerada como a probabilidade de um indivíduo amostrado ao acaso pertencer à espécie i : $H' \text{ (bits.ind}^{-1}\text{)} = - \sum (p_i) (\log_2 p_i)$; onde: H' = Índice de diversidade de Shannon; p_i = proporção de indivíduos da espécie i na amostra. A riqueza da fauna foi determinada pelo número de táxons capturados em cada amostragem. A Equitabilidade (J'), capaz de indicar a uniformidade entre a abundância dos táxons identificados, foi mensurada pela formula proposta por Pielou (1977): $J' = H' / H' \text{ (máximo)}$; onde: H' corresponde ao índice de *Shannon*; $H' \text{ (máximo)} = \log(S)$ representa a diversidade máxima que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância, sendo S referente ao total de táxons amostrados. Para os cálculos de diversidade e equitabilidade foram utilizados os dados de abundância total dos táxons identificados, no entanto, não foi considerado o grupo dominante (Copepoda) devido à alta abundância do mesmo e a possível interferência no resultado.

5.3. Tratamento dos Dados e Análise Estatística

Na análise estatística as variáveis examinadas foram à comunidade zooplânctônica (holo, mero e bentoplâncton), período do dia, mês de amostragem e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da água do mar na zona de arrebentação analisando todas em relação abundância total da fauna. Para verificar a normalidade e homogeneidade das variáveis, as mesmas foram analisadas por meio dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Cochran*, respectivamente. Na constatação de variáveis de distribuição não paramétrica, foi utilizado o modelo linear generalizado (*Generalized Linear Model – GLM*) para determinar a contribuição dos fatores em relação à variação da abundância zooplânctônica observada na zona de arrebentação. As análises foram desenvolvidas primeiramente entre as quatro variáveis (C = comunidade; M = mês de amostragem; P = período de amostragem; T = temperatura da água) sempre as relacionando com os dados de abundância total da fauna. As variáveis significativas foram separadas para a elaboração de um modelo representativo dos fatores que realmente influenciaram na abundância da fauna. Sendo assim, um novo *GLM* foi executado compondo apenas as variáveis significativas. Estas análises foram desenvolvidas no programa *Statgraphics*.

As análises multivariadas foram elaboradas a partir dos dados de abundância média da fauna zooplanctônica registrada nas estações climáticas durante os dois anos amostrais. Dessa forma, visando reconhecer dentre as campanhas amostrais certo grau de similaridade onde fosse possível agrupá-las de acordo com a variação sazonal foi utilizada a técnica de escalonamento multidimensional não métrico (*Non Multi Dimensional Scaling – NMDS*). A análise de similaridade por aglomeração hierárquica (*cluster*) foi utilizada para a verificação da formação de agrupamentos. Esta análise foi baseada no índice de Bray-Curtis (Bray-Curtis, 1957), sendo as matrizes de similaridade calculadas em modo “Q”. Os agrupamentos gerados pela análise de *cluster* com distância de ligação/distância máxima igual a 85% foram plotados sobre o *NMDS* para melhor visualização de padrões de distribuição dos dados.

As análises multivariadas foram realizadas a partir do *software PRIMER 6.0* (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*, 2006).

6. Resultados

6.1. Variáveis Ambientais

A condição do clima durante o período analisado, no que se refere ao padrão de vento, variou entre brisa leve a vento fraco, segundo a escala Beaufort. As amostragens ocorreram, em sua maioria, sob a cobertura do céu encoberta e fase de lua crescente. Em relação às características hidrodinâmicas locais, na maioria das coletas, o mar apresentava pequenas ondulações associadas a um baixo número de ondas (Tabela 1).

Tabela 1: Condições gerais de clima e mar durante o período de amostragem (BM = Baixa-mar; D = Diurno; N = Noturno; PM = Preamar;).

Ano	Mês	Clima				Mar		Número de Ondas
		Vento*	Cobertura de Nuvens	Fase da Lua	Maré	Aspecto do Mar*		
2013	Jun.	D		Pouco encoberto		PM		
		N	Brisa leve	Encoberto	Crescente	BM	Pequenas ondulações	5
	Ago.	D	Brisa leve	Quase encoberto	Crescente	BM	Pequenas ondulações	5
		N	Fraco				Ondulações e alguns carneiros	7
	Out.	D	Brisa leve	Encoberto	Crescente	PM	Pequenas ondulações	8
		N				BM		4
	Dez.	D	Fraco	Encoberto	Crescente	BM	Ondulações e alguns carneiros	6
		N						10
	Fev.	D	Brisa leve	Meio encoberto	Crescente	BM	Pequenas ondulações	5
		N		Encoberto		PM		4
	Abr.	D	Fraco	Encoberto	Minguante	PM	Ondulações e alguns carneiros	7
		N	Brisa leve			BM	Pequenas ondulações	6
2014	Jun.	D	Fraco	Encoberto	Crescente	PM	Ondulações e alguns carneiros	6
		N	Brisa leve	Meio encoberto		BM	Pequenas ondulações	5
	Ago.	D	Brisa leve	Pouco encoberto	Cheia	BM	Pequenas ondulações	3
		N	Fraco	Encoberto			Ondulações e alguns carneiros	7
	Out.	D	Brisa leve	Encoberto	Minguante	BM	Pequenas ondulações	5
		N				PM		
	Dez.	D	Brisa leve	Quase encoberto	Cheia	BM	Pequenas ondulações	4
		N						5
	Fev.	D	Brisa leve	Pouco encoberto	Crescente	PM	Pequenas ondulações	5
		N		Meio encoberto		PM		
	Abr.	D		Encoberto	Minguante	BM	Pequenas ondulações	4
		N	Brisa leve	Quase encoberto				6

* Baseado na escala Beaufort

Os maiores valores de temperatura da água foram registrados no verão e variaram de 28,5°C (dia) a 30°C (noite), ambos em fevereiro/2015. Já as temperaturas mínimas ocorreram durante o inverno variando de 18,7°C (dia) em agosto/2013 a 16,7°C (noite) em agosto/2014.

A salinidade apresentou pequenas variações ao longo do período analisado, sendo a mínima de 33 e máxima 35,4 em abril e outubro/2014, respectivamente (Figura 11). No entanto, as médias de salinidade em relação aos horários do dia foram bastante semelhantes, variando de 34,4 (dia) a 34 (noite).

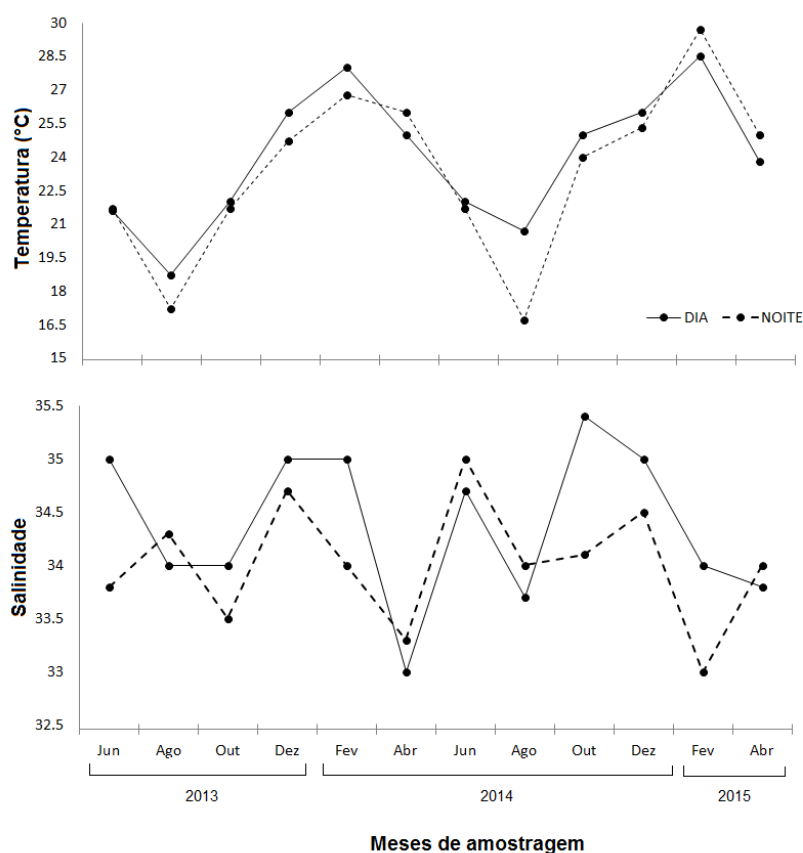


Figura 11: Dados abióticos da água na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação.

6.2. Comunidade Zooplancônica

6.2.1. Composição da Fauna

No total, 116 táxons foram registrados a partir das amostragens realizadas ao longo de dois anos de análise, nos períodos diurno e noturno (Tabela 2).

Tabela 2: Lista dos táxons presentes na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, capturados bimensalmente durante dois anos nos períodos diurno e noturno. **Est.** = Estágio de vida; **Ad.** = Adulto; **Juv.** = Juvenil; **La.** = Larval; **Pl.** = Pós-larva; **Meg.** = Megalopa; **Nau.** = Náuplio; **Clas.** = Classificação segundo o hábito de vida; **H.** = Holoplantônico; **M.** = Meroplantônico; **Bp.** = Bentoplantônico; **Bs.** = Bentônico de substrato arenoso; **Bcr.** = Bentônico de costão rochoso; **N.I.** = Não identificados.

Táxon	Est.	Clas.	Táxon	Est.	Clas.	Táxon	Est.	Clas.	Táxon	Est.	Clas.	Táxon	Est.	Clas.
Tintinnina	Ad	H	Cnidaria			Polychaeta			Arthropoda			Chordata		
Foraminifera			Hydrozoa			Phyllodoceida			Euphausiacea	La	M	Tunicata		
Lagenida			Leptothecata			Chrysopetalidae	La	M	Amphipoda			Appendicularia		
Vaginulinidae			Aqlaopheniidae			Glyceridae	La	M	Gammaridea	Ad	Bp	Oikopleuridae		
Lenticulina sp.	Ad	Bs	Aglaophenia sp.	Ad	Bcr	Hesionidae	Ad	Bs	Hyperidea			Oikopleura sp.	Ad	H
Littorinimorpha			Campanulariidae			Nereididae	La/Ad	M/Bs	Hyperidae			Asciacea	La	M
Ranellidae			Obelia sp.	Juv/Ad	M/Bcr	Phyllodoceidae	La	M	Hyperoche sp.	Ad	Bp	Thaliacea		
Gelagna sp.	Ad	Bs	Phialellidae	Ad	Bcr	Syllidae	La	M	Isopoda			Salpidae		
Miliolida			Sertulariidae	Ad	Bcr	Myrianida sp.	Ad	Bs	Bopyridae	Ad	Bp	Thalia sp.	Ad	H
Hauerinidae			Dvnamena sp.	Ad	Bcr	Sabellida			Idoteidae			Doliolida	Ad	H
Quinqueloculina sp.	Ad	Bs	Sertularia sp.	Ad	Bcr	Oweniidae	La	M	Edotia sp.	Ad		Cephalochordata		
Pyrgoella sp.	Ad	Bs	Siphonophorae			Spionida			Isopoda N.I.	Ad	Bp	Leptocardii		
Rotaliida			Abylidae	Ad	H	Spionidae	La/Ad	M/Bs	Mysida		Bp	Branchiostomatidae	Ad	Bs
Anomaliniidae			Apolemiidae	Ad	H	Magelonidae	La	M	Mysida			Vertebrata		
Hanzawaia sp.	Ad	Bs	Diphyidae	Ad	H	Terebellida			Bowmaniella brasiliensis	Juv/Ad	Bp	Actinopteri	Ovo/La	H
Boliviniellidae	Ad	Bs	Physalidae			Pectinariidae	La	M	Metamysidopsis elongata	Juv/Ad	Bp	Atherinopsidae		
Boliviniidae	Ad	Bs	Physalia sp.	Juv	H	Terebellidae	La	M	Ostracoda	Ad	Bs	Atherinella blackburni	Juv	H
Buliminidae	Ad	Bs	Rhizophysidae			Polychaeta N.I.	La/Ad	M/Bs	Pycnozonida			Sciaenidae		
Cibicidae	Ad	Bs	Rhizophysa sp.	Juv	H	Arthropoda			Phoxichilidiidae			Menticirrhus littoralis	Juv	H
Discorbinellidae	Ad	Bs	Trachymedusae			Copepoda			Anoplodactylus sp.	Ad	Bcr	Caranidae		
Elphidiidae	Ad	Bs	Geryoniidae			Calanoida	Ad	H	Stomatopoda	Ad	Bs	Oligoplites sp.	Juv	H
Globigerinidae			Liriope tetraphylla	Ad	H	Cyclopoida	Ad	H	Decapoda			Haemulidae		
Globigerinoides ruber	Ad	H	Hydrozoa N.I.	Juv	M	Harpacticoida	Ad	H	Brachyura	Zoea/Meg	M	Conodon nobilis	Juv	H
Globigerina bulloides	Ad	H	Cubozoa	Ad	H	Poecilostomatoida	Ad	H	Portunidae	Ad	Bs	Mugilidae		
Orbulina universa	Ad	H	Scyphozoa	Ad	H	Siphonostomatoida			Brachyura N.I.	Ad	Bs	Mugil brevirostris	Juv	H
Nonionidae			Anthozoa			Calliidae			Caridea	Zoea	M	Mugil curema	Juv	H
Nonionella atlantica	Ad	Bs	Pennatulacea			Caligus sp.	Ad		Penaeidae	Pl	M	Cynoglossidae		
Stainforthidae	Ad	Bs	Renillidae	Ad	Bs	Copepoda	Nau	H	Penaeus sp.	Ad	Bs	Symphurus sp.	Juv	H
Uvigerinidae	Ad	Bs	Ctenophora	Juv	H	Cirripedia	Nau/La	M	Thalassinidae	Zoea	M	Linguado sp.1	Juv	H
Foraminifera N.I.	Ad	H	Brvozoa	La	M	Cladocera			Luciferidae			Linguado sp.2	Juv	H
Foraminifera N.I.	Ad	Bs	Nemertea	Ad	Bs	Podonidae			Lucifer sp.	Ad	H	Linguado sp.3	Juv	H
Cnidaria			Platyhelminthes			Evadne sp.	Ad	H	Hippidae			Engraulidae		
Hydrozoa			Turbellaria	Ad	Bs	Pseudevadne sp.	Ad	H	Emerita sp.	Juv	Bs	Anchoviella lepidentostole	Juv	H
Anthoathecata			Siuncula						Echinodermata			Exocoetidae	Juv	H
Hvdactinidae			Sipunculidae			Podonidae N.I.	Ad	H	Asteroidea	La	M	Gobiidae	Juv	H
Hydractinia sp.	Ad	Bcr	Xenosiphon sp.	Ad	Bs	Sididae			Echinoidea	La/Juv	M			
Hvdridae			Siuncula N.I.	Ad	Bs	Penilia sp.	Ad	H	Holothuroidea	La	M			
Hydra sp	Ad	Bcr	Mollusca			Cumacea			Invertebrado	Ovo				
Tubularidae	Juv/Ad	M/Bcr	Gastropoda	La	M	Leuconidae	Ad	Bs	Chaetognatha					
Anthoathecata N.I.	Ad	Bcr	Bivalvia	La	M	Pseudocumatidae	Ad	Bs	Sagitta sp.	Ad	H			

Seguindo a classificação segundo o hábito de vida, os holoplanctônicos representaram 36,2% (N=42), os meroplanctônicos 14,7% (N=17), os animais bentônicos de substrato arenoso e rochoso corresponderam a 26,7% (N=31) e 12,1% (N=14), respectivamente, e os bentoplanctônicos 6% (N=7) dos táxons capturados durante o estudo. Também foram coletados organismos na fase meroplanctônica e adulta do mesmo grupo taxonômico, totalizando 4,3% (N=5) (Figura 12).

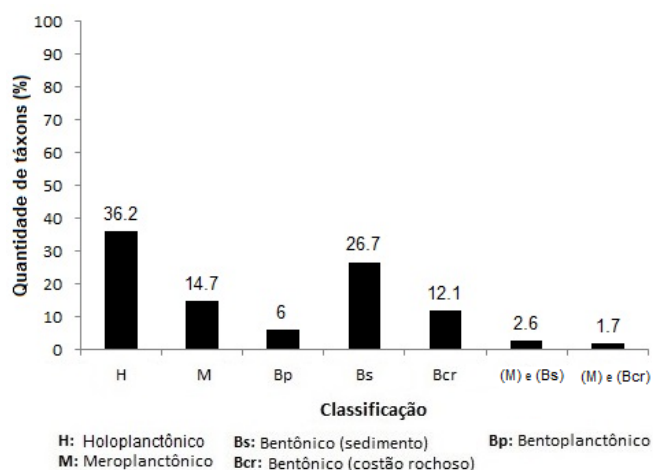


Figura 12: Representação da quantidade de táxons registrados, de acordo com o hábito de vida, durante o período de estudo.

A fauna holoplanctônica foi composta mais abundantemente pelo grupo Copepoda (Calanoida), Cladocera (Podonidae) e Tunicata (Oikopleuridae), além de Chaetognatha (Sagittidae), Cnidaria (Hydrozoa) e Actinopteri (Engraulidae). Sendo menos comum a ocorrência de Tintinnina, Foraminifera, Ctenophora, Cubozoa e Scyphozoa.

Os organismos meroplanctônicos foram melhor representados por estágios larvais de Gastropoda e Bivalvia, Polychaeta (Spionidae), Echinodermata (Echinoidea), Cirripedia, Decapodas (Brachyura e Thalassinidae) e Euphausiacea. Outros integrantes do meroplâncton, Bryozoa e Tunicata, ocorreram em menor frequência.

Dentre os organismos bentônicos, que habitam substratos arenosos, foram coletados Foraminifera, Sipuncula, Polychaeta, Ostracoda, Stomatopoda, Decapoda, Cumacea e Cephalochordata. Em relação aos animais bentônicos de substrato rochoso foram capturados principalmente Cnidaria, seguido por Pycnogonida.

Os indivíduos bentoplanctônicos frequentemente capturados foram os microcrustáceos dos grupos Amphipoda, Isopoda e Mysida.

Em relação ao padrão de ocupação da zona de arrebentação pela fauna zooplânctônica identificada neste estudo, seguindo a classificação proposta por Clark *et al.* (1996), onde os organismos são denominados de acordo com sua frequência de captura, foram registrados 27 táxons considerados residentes na zona de arrebentação da Praia da Aviação, sendo dentre estes 48,1% (n = 13) meroplânctônicos, 33,3% (n = 9) holoplânctônicos e 18,5% (n = 5) bentoplanctônicos. Apenas dois táxons foram classificados como migratórios, sendo um meroplânctônico, presente na zona de arrebentação nos meses de agosto, outubro e abril, e outro bentoplanctônico capturado apenas em agosto. Outros doze táxons apresentaram padrões de ocorrência menos evidentes, sendo dez holoplânctônicos e dois meroplânctônicos. O restante da fauna, 31 táxons, ocorreram na zona de arrebentação de forma esporádica (Anexo 2).

6.2.2. Frequência de Ocorrência

No primeiro ano amostral, durante o período diurno, 13 grupos taxonômicos foram capturados muito frequentemente, sendo três com registro frequente, seis registrados esporadicamente e, apenas um com ocorrência rara. Em relação ao período noturno, a fauna muito frequente foi igual à capturada durante o dia, porém, soma-se a esta dois grupos taxonômicos, cinco grupos foram frequentes e, cinco esporádicos (Figura 13a).

Em relação ao segundo ano, durante o dia, doze grupos foram muito frequentes, quatro registrados com ocorrência frequente, sete esporádicos e, um raro. Já período noturno, a alta frequência de ocorrência foi registrada para quatorze grupos taxonômicos, três frequentes, sete com ocorrência esporádica e, dois raramente registrados. Neste segundo ano amostral, nas coletas realizadas durante o dia três grupos taxonômicos não foram registrados (Tintinnina, Luciferidae e Ascidiacea), já no período noturno apenas um não foi capturado (Ascidiacea) (Figura 13b).

De forma geral, dos 27 grupos taxonômicos identificados ao longo de todo o estudo, durante o dia, onze foram capturados com muita frequência (Copepoda, Chaetognatha, Tunicata, Actinopteri - ovo, Cnidaria - meroplânctônico, Mollusca, Polychaeta, Cirripedia, Brachyura, Amphipoda e Isopoda), sete registrados frequentemente (Foraminifera, Cnidaria – holoplânctônico, Cladocera, Bryozoa, Euphausiacea, Echinodermata e Mysida), três

capturados esporadicamente (Actinopteri - larva, Caridea e Penneidae) e, quatro com ocorrência rara (Ctenophora, Actinopteri - juvenil, Thalassinidae e Ascidiacea). No período noturno, doze foram muito frequentes (Copepoda, Chaetognatha, Tunicata, Actinopteri - ovo, Cnidaria - meroplanctônico, Mollusca, Polychaeta, Cirripedia, Brachyura, Penneidae, Amphipoda e Mysida), seis grupos foram frequentes (Foraminifera, Cnidaria – holoplanctônico, Cladocera, Actinopteri – juvenil, Echinodermata e Isopoda), cinco registrados esporadicamente (Actinopteri - larva, Bryozoa, Caridea, Thalassinidae e Euphausiacea) e, quatro raramente registrados (Tintinnina, Ctenophora, Luciferidae e Ascidiacea) (Figura 13c).

6.2.3. Porcentagem de Contribuição

Durante todo o estudo, incluindo ambos os períodos amostrais, o grupo Copepoda atingiu maior porcentagem de contribuição (84%) em relação ao total da fauna zooplanctônica capturada. Dentre os holoplanctônicos, além do Copepoda, os grupos com grande contribuição foram Cladocera (4%) e Tunicata (2%). As formas meroplanctônicas de maior contribuição foram o grupo Mollusca (3%) e Echinodermata (3%) e, em relação às formas bentoplanctônicas, o grupo Mysida (2%) apresentou porcentagem de contribuição mais elevada dentre os outros organismos. A totalização dos demais grupos capturados correspondeu a 2% de toda a fauna zooplanctônica registrada ao longo do estudo (Figura 14).

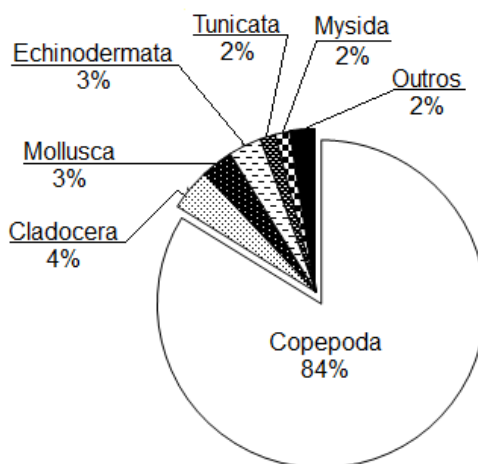


Figura 14: Porcentagem de contribuição dos principais grupos taxonômicos amostrados na zona de arrebentação da Praia da Aviação.

A análise mensal das variações no percentual de contribuição dos taxa mais abundantes durante os períodos amostrais (diurno e noturno) é apresentada na figura 15. Nesta análise o grupo Copepoda, que foi o mais abundante, foi retirado na tentativa de proporcionar a melhor visualização e representatividade dos demais grupos avaliados.

Dessa forma observou-se que a comunidade holoplanctônica, no primeiro ano, foi dominada pelos tunicados, representados pelas classes Appendicularia e Thaliacea, marcado por uma maior abundância dos gêneros *Oikopleura* e *Thalia*, quando comparado ao segundo ano amostral. Os quetognátos do gênero *Sagitta* também foram representativos na comunidade holoplanctônica, sendo sua contribuição mais notável no segundo ano amostral.

No entanto, outros grupos taxonômicos apresentaram pontualmente alta contribuição, como Actinopteri, Cladocera composto mais abundantemente pelos gêneros *Penilia* e *Pseudevadne* e, o grupo Foraminifera com maior abundância de *Globigerina* e *Globigerinoides* (Figura 15a).

Dentre a fauna meroplanctônica, os moluscos formados por larvas de bivalves e gastrópodos, constituíram o grupo de maior dominância (>50%) em ambos os períodos de coleta, na maioria dos meses analisados, exceto no período diurno nos meses de dezembro/2013 e 2014, período noturno de abril/2014 e ambos os períodos de abril/2015, onde equinodermos (equinopluteus) dominaram a fauna meroplanctônica. As larvas de poliquetos, cirripédios e decápodos também foram registrados, porém com menor dominância (Figura 15b).

A comunidade bentoplanctônica foi melhor representada por misidáceos, que foi o grupo mais expressivo em dezesseis das vinte e quatro amostras realizadas durante o período analisado. O grupo Amphipoda também foi bastante expressivo no período diurno, como por exemplo, em outubro/2013, fevereiro, agosto e outubro/2014 e, abril/2015. Já os isópodos apresentaram altas taxas de contribuição em amostras do período diurno, junho/2013 e no período noturno em fevereiro/15 (Figura 15c).

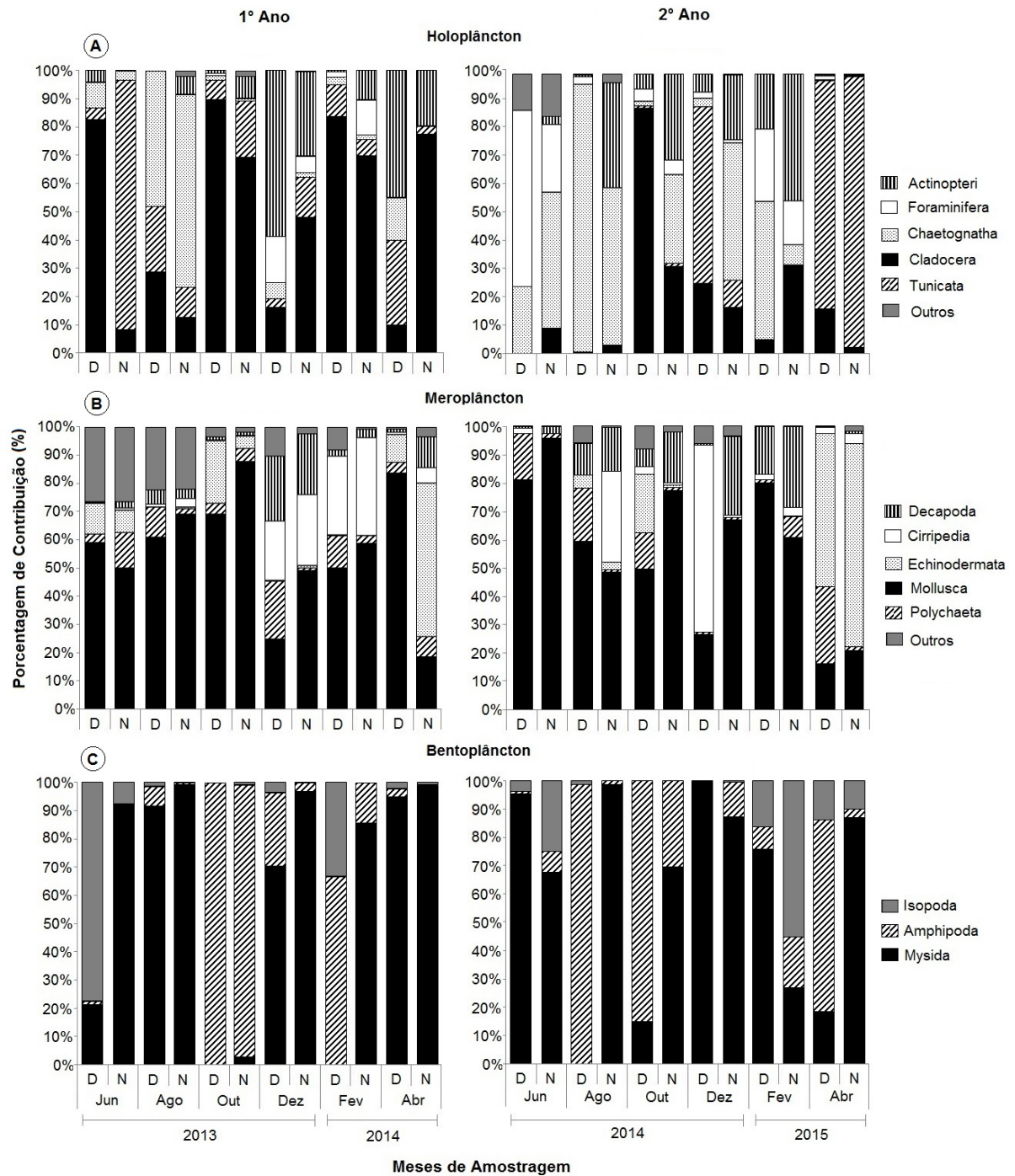


Figura 15: Porcentagem de contribuição dos principais grupos holoplantônicos, meroplantônicos e bentoplantônicos capturados mensalmente durante os dois anos de amostragem na zona de arrebentação da Praia da Aviação.

As proporções do percentual de contribuição, dos grupos taxonômicos, em relação ao período diurno e noturno são evidenciadas na Figura 16. Dos 27 grupos taxonômicos identificados 15 tiveram maior percentual de contribuição no período diurno e 12 no noturno. A fauna holoplantônica apresentou padrão equivalente em relação ao período de

amostragem, sendo metade com maior contribuição durante o dia e metade de noite, entretanto, os grupos Tintinnina e Luciferidae ocorreram exclusivamente no período noturno e, juvenil de Actinopteri atingiram 94% de contribuição também durante a noite. Dentre os grupos meroplancônicos o percentual foi bastante homogêneo em relação ao período de amostragem, onde sete apresentaram maior contribuição de dia e cinco de noite, sendo destacado entre estes os Polychaeta (dia) e Thalassinidae (noite). Já na fauna bentoplanctônica houve dois grupos com maior percentual durante o dia e um de noite correspondente ao grupo Mysida.

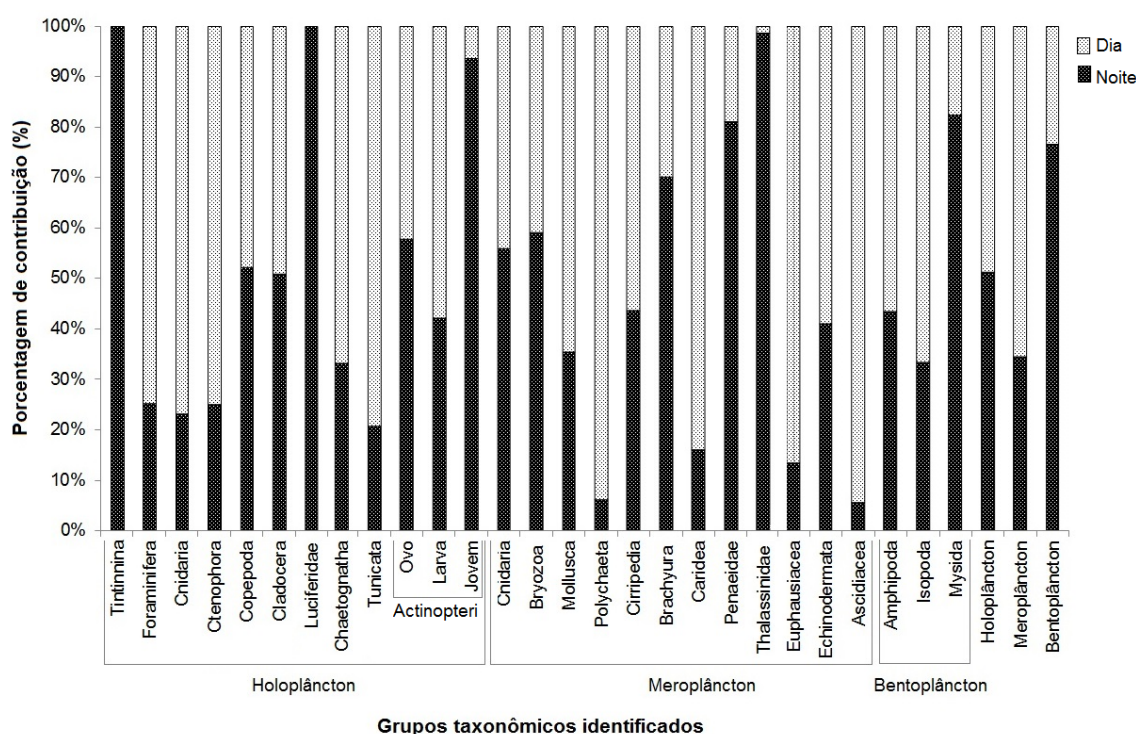


Figura 16: Porcentagem de contribuição dos principais grupos holoplancônicos, meroplancônicos e bentoplanctônicos em relação às amostragens dos períodos diurno e noturno ao longo de dois anos de análise na zona de arrebentação da Praia da Aviação.

6.2.4. Riqueza, Diversidade e Equitabilidade

A fauna zooplancônica registrada para a zona de arrebentação ao longo do estudo apresentou riqueza mínima de 19 e a máxima de 32 durante o dia. Já no período noturno os valores variam entre 21 e 41.

O índice de Shannon no primeiro ano amostral variou de 1,51 a 3,48 ($2,75 \pm 0,75$ bits.ind⁻¹) durante o período diurno e de 0,89 a 3,05 ($2,43 \pm 0,8$ bits.ind⁻¹) no período noturno,

enquanto que no segundo ano os valores durante o dia variaram entre 2,03 a 3,33 ($2,75 \pm 0,64$ bits.ind⁻¹) e de noite entre 1,69 a 3,43 ($2,79 \pm 0,64$ bits.ind⁻¹). Ao longo dos dois anos de análise o índice atingiu maiores valores nas coletas diurnas, embora a diferença de diversidade entre os períodos tenha sido baixa (Figura 17).

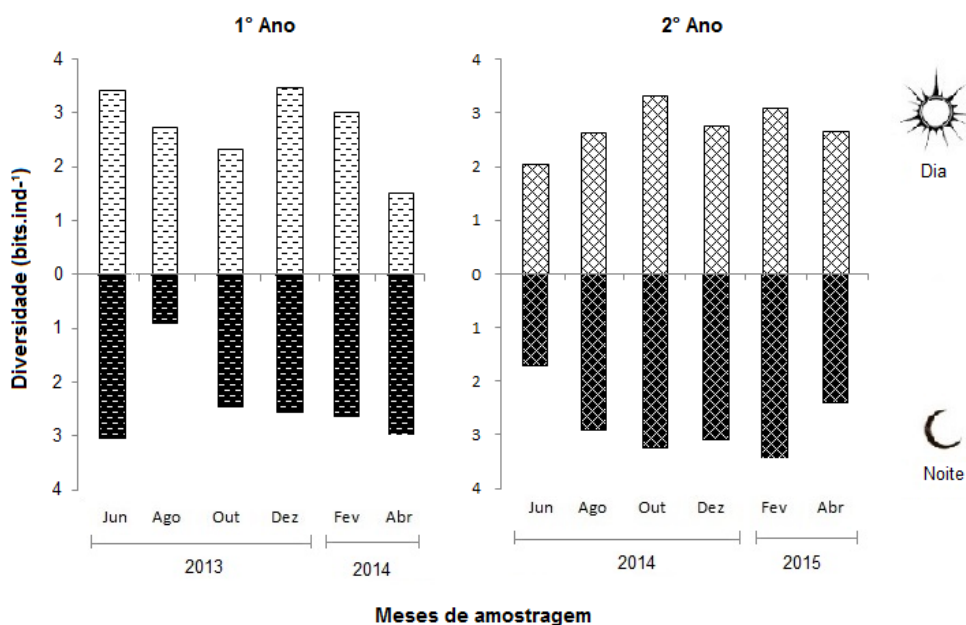


Figura 17: Índice de diversidade de Shannon, da fauna zooplancônica, nos períodos diurno e noturno de cada mês amostral, ao longo de dois anos de análise.

A equitabilidade da fauna zooplancônica analisada obteve baixa amplitude durante este estudo. Sendo que, para o primeiro ano amostral variou durante o dia de 0,24 (abril/2014) a 0,55 (dezembro/2013) e a noite entre 0,14 (agosto/2013) a 0,38 (outubro/2013). Já no segundo ano a variação no período diurno foi de 0,32 (junho/2014) a 0,53 (outubro/2014) e no noturno de 0,27 (junho/2014) a 0,55 (fevereiro/2015). De forma geral, no decorrer deste estudo, a equitabilidade média durante o dia foi de $0,44 (\pm 0,09)$ e de $0,41 (\pm 0,11)$ para o período noturno.

6.2.5. Variação da Fauna

A abundância total da fauna zooplanctônica, capturada ao longo do todo período amostral totalizou 143981,3 org.m⁻³ (5999,2 ± 13758). A fauna holoplanctônica foi 12 vezes mais abundante que a meroplanctônica e 51 vezes mais que a bentoplanctônica. A abundância para a maioria dos grupos registrados foi menor durante o dia (49837,4 org.m⁻³) quando confrontada a noite (94143,9 org.m⁻³), sendo a fauna quase duas vezes superior no período noturno do que no diurno (Tabela 3). No período diurno a abundância atingiu 43823,7 org.m⁻³ (3652 ± 5240,4), 5473 org.m⁻³ (456,1 ± 1005) e, 360,4 org.m⁻³ (30 ± 30,6) para a fauna holo, mero e bentoplanctônica, respectivamente. Durante o período noturno os valores de abundância foram de 86515,1 org.m⁻³ (7209,6 ± 17797,1), 5366,5 org.m⁻³ (447,2 ± 991,6) e, 2209,2 org.m⁻³ (184,1 ± 297) relacionados aos organismos holo, mero e bentoplanctônicos, respectivamente.

Os registros de abundância mensal e por período de amostragem, juntamente com a indicação do estágio de desenvolvimento dos táxons identificados, estão apresentados no Anexo 2 .

Tabela 3: Registro dos valores de abundância total dos principais grupos zooplancônicos amostrados ao longo do período de estudo. Clas. = Classificação; D = Dia; N = Noite.

Clas.	Taxa	Abundância da fauna zooplancônica						
		1º Ano		2º Ano		Período Amostral		
		D	N	D	N	D	N	Total
Holoplâncton		12.301,5	15.900,9	31.522,3	70.614,2	43.823,7	86.515,1	130.338,8
	Tintinnina	0,0	8,2	0,0	0,2	0,0	8,4	8,4
	Foraminifera	18,3	45,1	75,6	12,5	93,9	58,6	152,5
	Cnidaria	24,0	10,3	4,2	5,6	28,2	15,9	44,1
	Ctenophora	0,0	0,0	8,8	5,5	8,8	5,5	14,3
	Copepoda	11050,3	14.672,0	28.988,9	66.842,2	40.039,2	81.514,2	121.553,4
	Cladocera	116,2	439,2	1.926,6	3.529,0	2.042,9	3.968,2	6.011,0
	Luciferidae	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5
	Chaetognatha	40,5	31,3	59,4	61,1	99,8	92,4	192,2
	Tunicata	1.034,0	600,6	427,6	106,6	1.461,6	707,2	2.168,9
	Actinopten	Ovo	16,2	78,6	27,6	33,4	43,7	112,1
		Larva	1,2	5,4	3,3	0,8	4,5	10,7
		Juvenil	0,7	9,2	0,3	16,7	1,0	25,9
Meroplâncton		736,9	1.410,1	4.736,1	3.956,5	5.473,0	5.366,5	10.839,6
	Cnidaria	37,3	52,8	9,5	58,6	46,8	111,4	158,3
	Bryozoa	11,3	37,6	5,5	7,7	16,8	45,3	62,1
	Mollusca	308,0	828,4	1.492,3	1.015,5	1.800,3	1.843,9	3.644,2
	Polychaeta	89,9	91,1	1.117,7	53,2	1.207,5	144,3	1.351,9
	Cirripedia	97,3	176,5	128,2	151,0	225,5	327,5	553,0
	Brachyura	7,5	33,6	8,7	37,5	16,2	71,1	87,3
	Caridea	0,4	2,7	31,6	8,6	32,0	11,3	43,3
	Penaeidae	1,8	11,4	1,2	12,6	3,0	23,9	26,9
	Thalassinidae	0,0	36,2	0,7	48,5	0,7	84,7	85,4
	Euphausiacea	39,3	7,1	2,4	4,8	41,7	11,9	53,6
	Echinodermata	123,7	130,2	1.938,4	2.558,7	2.062,0	2.688,9	4.750,9
	Asciacea	20,4	2,2	0,0	0,0	20,4	2,2	22,6
Bentoplâncton		171,0	1.689,9	189,3	519,3	360,4	2.209,2	2.569,5
	Amphipoda	10,4	47,9	37,4	20,9	47,8	68,8	116,6
	Isopoda	56,1	17,3	18,9	53,1	75,0	70,4	145,4
	Mysida	104,4	1.624,7	133,1	445,3	237,5	2.070,0	2.307,5
Ovo de Invertebrado		126,1	47,6	54,1	5,5	180,3	53,1	233,4
Total		1.3335,5	19.048,5	36.501,9	75.095,4	49.837,4	94.143,9	143.981,3

Em relação à abundância mensal da fauna zooplancônica registrada no primeiro ano, durante o período diurno as capturas variaram de 528 org.m⁻³ (dezembro/2013) a 5561org.m⁻³ (abril/2014) e, no período noturno de 1686 org.m⁻³ (abril/2014) a 9105 org.m⁻³ (fevereiro/2014). As coletas realizadas no período diurno totalizaram 13335 org.m⁻³ e de noite 19048 org.m⁻³ (Figura 18a).

No segundo ano analisado, a abundância da fauna diurna variou entre 384 org.m⁻³ (agosto/2014) e 17243 org.m⁻³ (fevereiro/2015) e, no a noturna entre 504 org.m⁻³ (junho/2014) a 67269 org.m⁻³ (abril/2015). Neste segundo ano, o total da fauna capturada durante o dia foi 36502 org.m⁻³ e a noite 75095 org.m⁻³ (Figura 18b).

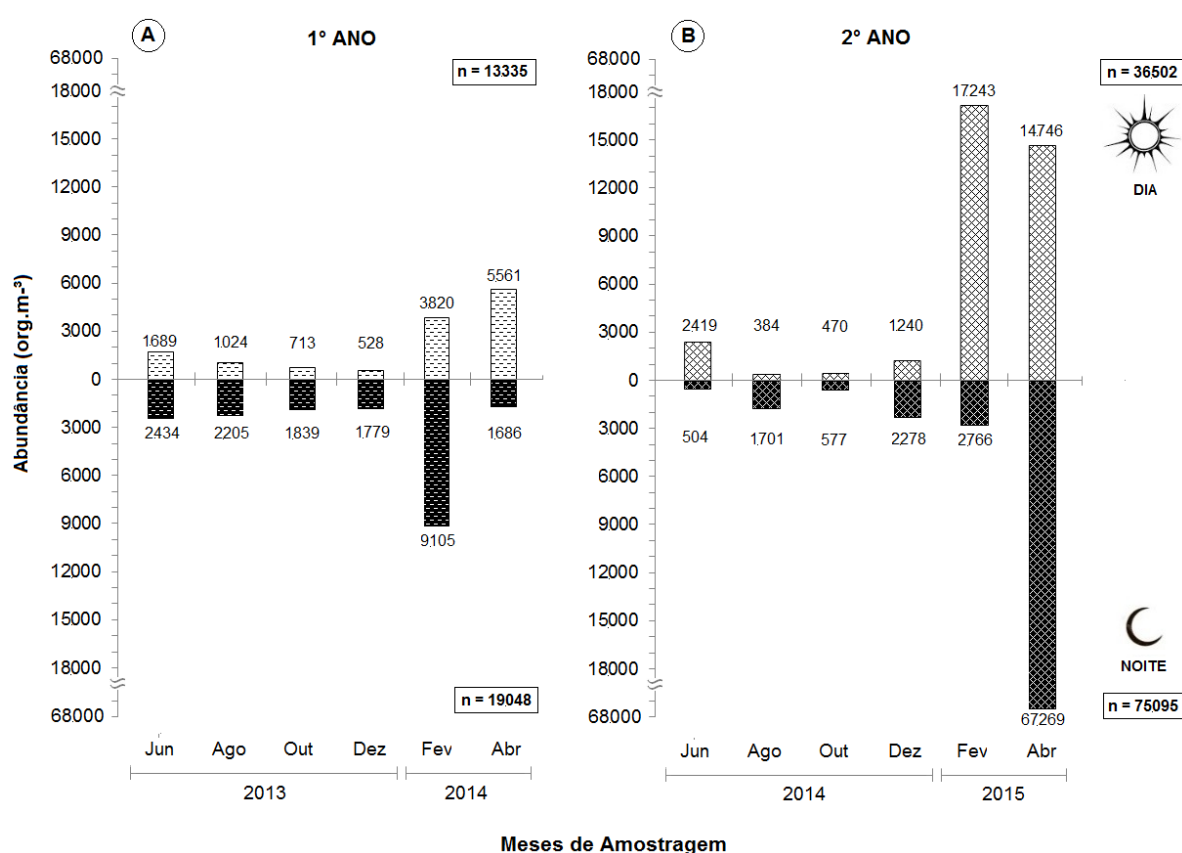


Figura 18: Dados de abundância mensal (org.m⁻³) da fauna zooplancônica capturada durante os períodos diurno e noturno na zona de arrebenção da Praia da Aviação.

Analisando a abundância média mensal durante todo o estudo, a menor captura da fauna zooplancônica ocorreu em outubro, tanto no período diurno (592 org.m⁻³ ± 172) quanto noturno (1208 org.m⁻³ ± 892), já a maior captura foi registrada nos meses de fevereiro (10531org.m⁻³ ± 9491) e abril (34478 org.m⁻³ ± 46374) no período diurno e noturno, respectivamente (Figura 19).

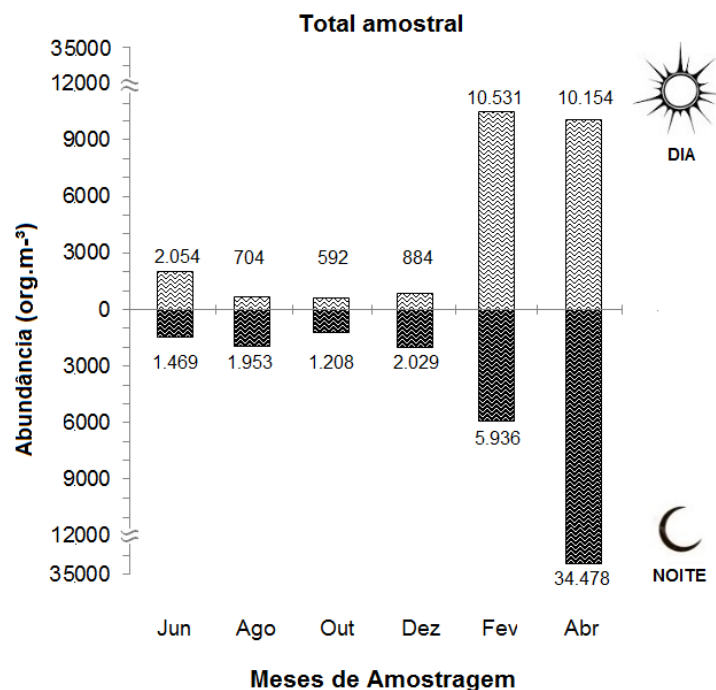


Figura 19: Dados de abundância média mensal (org.m⁻³) da fauna zooplânctônica capturada durante os períodos diurno e noturno na zona de arrebenção da Praia da Aviação ao longo de dois anos amostrais.

A fauna holoplanctônica em todos os meses analisados foi mais abundante em relação à meroplanctônica e esta à bentoplanctônica. Sendo que a abundância mensal do holoplâncton durante todo o estudo variou, durante o período diurno, entre 329 org.m⁻³ (dezembro/13) a 16980 org.m⁻³ (fevereiro/15) e, durante a noite entre 438,6 org.m⁻³ (junho/14) e 63285,8org.m⁻³ (abril/15) (Figura 20a, 20b).

A comunidade meroplanctônica, apesar de não evidenciado graficamente (Figura 20a, 20b), também apresentou ao longo do estudo variações na abundância, tanto no período diurno entre 10,3 org.m⁻³ (agosto/14) e 3557,4 org.m⁻³ (abril/15), quanto no período noturno com capturas entre 40,1 org.m⁻³ (outubro/14) e 3570 org.m⁻³ (abril/15).

Em relação à abundância dos organismos bentoplanctônicos, presentes na coluna d'água, também houve variações no decorrer dos meses analisados, sendo registrada no período diurno abundância entre 0,1 org.m⁻³ (dezembro/14) e 82,3 org.m⁻³ (junho/14) e, durante a noite abundância entre 3,2 org.m⁻³ (outubro/14) e 980,2 org.m⁻³ (agosto/13) (Figura 20a, 20b).

De forma geral, na maioria dos meses a abundância da fauna holo, mero e bentoplanctônica registrada na zona de arrebenção não ultrapassou 4000 org.m⁻³. No entanto, nota-se variações ao longo dos meses, principalmente em fevereiro e abril de ambos

os anos de amostragem (Figura 20a, 20b). Esta dispersão nos valores foi notada principalmente para os organismos holoplânctônicos capturados no segundo ano amostral durante o período noturno, porém, variações em menor escala também foram observadas para a fauna meroplânctônica.

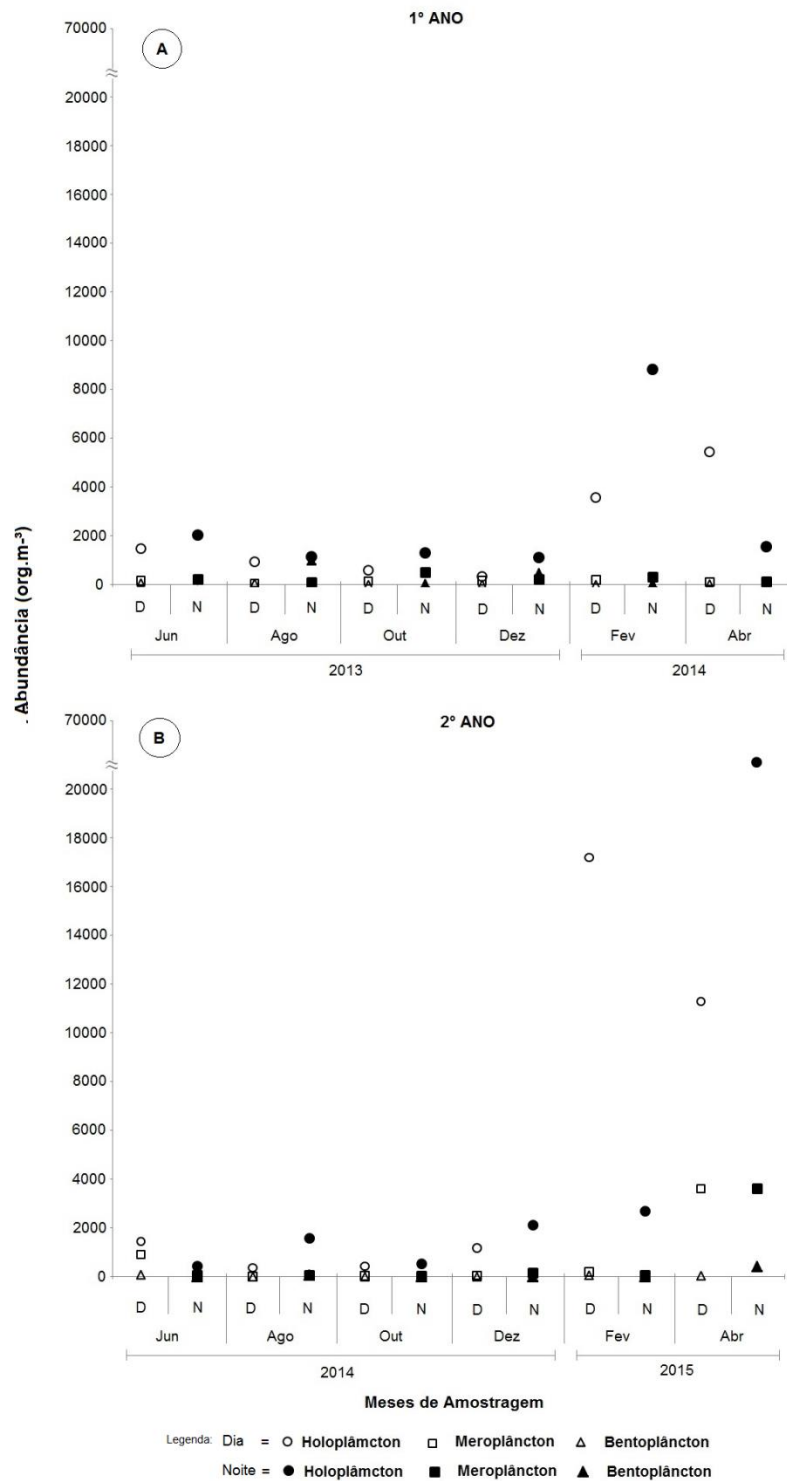


Figura 20: Dados de abundância mensal (org.m⁻³) da fauna holoplânctônica, meroplânctônica e bentoplânctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.

Ao analisar a variação na abundância da fauna zooplanctônica durante dois anos de estudo, relacionada ao hábito de vida, verifica-se que em grande parte do ano a abundância média de organismos holoplanctônicos não ultrapassou 2000 org.m⁻³ em ambos os períodos do dia, mas, em fevereiro e abril a abundância superou 4000 org.m⁻³ atingindo máxima de 32412 org.m⁻³ no período noturno. A fauna meroplanctônica apresentou padrão semelhante, porém com valores muito inferiores não ultrapassando 600 org.m⁻³ em todos os meses, com exceção a abril onde atingiu 1825,7 org.m⁻³. Os bentoplanctônicos apresentaram constante variação na abundância ao longo de todos os meses e períodos analisados, de forma geral, a fauna não ultrapassou 300 org.m⁻³ sendo a maior abundância de 520,3 org.m⁻³ em agosto durante o período noturno (Figura 21).

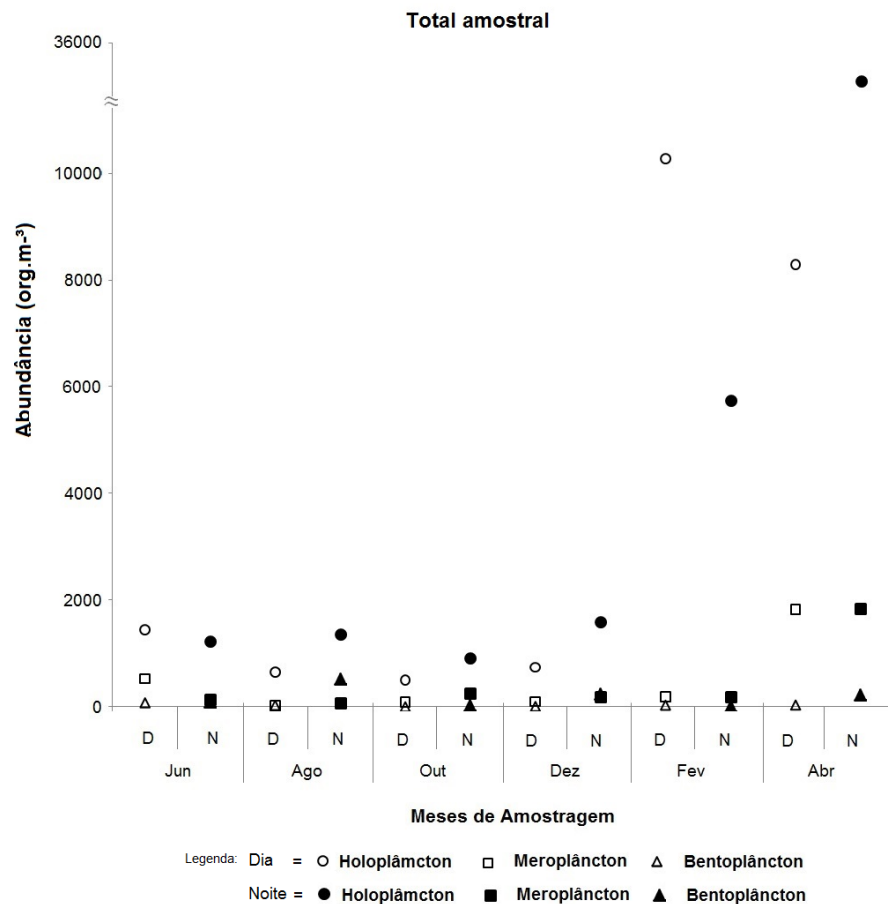


Figura 21: Dados de abundância média mensal (org.m⁻³) da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.

De maneira geral a abundância média da fauna zooplanctônica, capturada ao longo de todo o estudo, foi de 5999,2 org.m⁻³ ($\pm$ 13758) sendo registrado 4153,1 org.m⁻³ ($\pm$ 5766) e 7845,3 org.m⁻³ ($\pm$ 18844) no período diurno e noturno, respectivamente. Quanto à comparação multianual, os valores de abundância no período diurno, no segundo ano amostral foi 2,7 vezes superior ao primeiro ano, variando de 6084 a 2223 org.m⁻³, enquanto que no período noturno a variação registrada foi 3,9 vezes superior, com 12516 e 3175 org.m⁻³, respectivamente (Figura 22a, 22b).

Como mencionado anteriormente, foi detectado em ambos os períodos amostrais que o táxon Copepoda foi dominante para a fauna holoplanctônica, assim como para toda a comunidade zooplanctônica, tornando-se numericamente ainda mais importante, no segundo ano amostral. Outros componentes destacados para o holoplâncton foram os tunicados e cladoceros, sendo que no primeiro ano amostral os tunicados foram mais expressivos com 172,3 org.m⁻³ (dia) e 100,1 org.m⁻³(noite) e, no segundo ano os cladoceros foram capturados em maior abundância 321,1 org.m⁻³(dia) e 588,2 org.m⁻³(noite). No meroplâncton os táxons dominantes em abundância média foram moluscos, poliquetos e equinodermos, sendo a variação anual dos equinodermos mais evidente quando comparada aos outros grupos meroplanctônicos. Dentre os bentoplanctônicos, a maior variação anual ocorreu nos misidáceos, com maior abundância no primeiro ano, durante o período noturno, quanto comparado ao segundo ano amostral (Figura 22a, 22b).

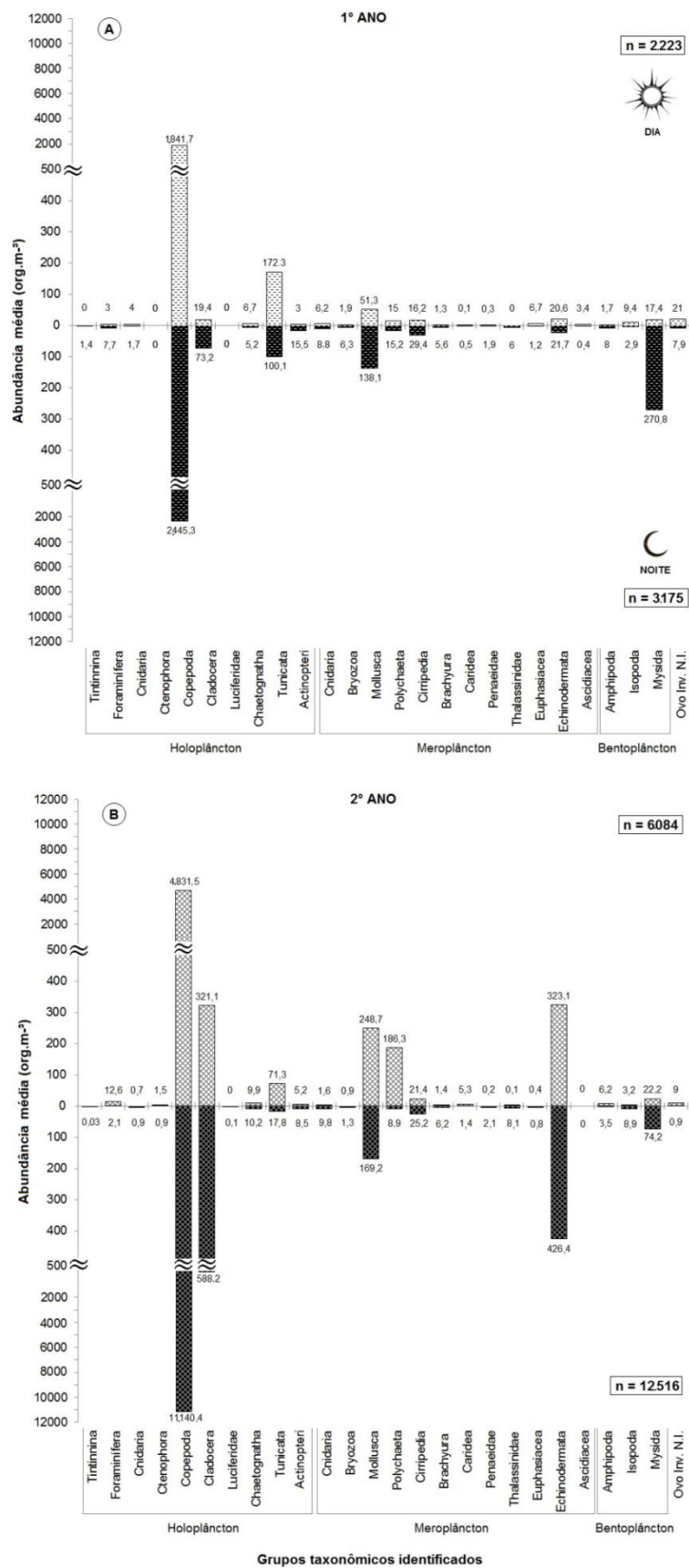


Figura 22: Dados de abundância média (org.m⁻³) dos grupos taxonômicos da fauna holoplanctônica, meroplanctônica e bentoplanctônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebanção da Praia da Aviação, durante o primeiro e segundo ano amostral.

De maneira geral, ao analisar a abundância média da fauna zooplancônica durante todo o período amostral, é nítida a dominância de determinados grupos holoplancônicos (Copepoda, Cladocera e Tunicata), meroplancônicos (Mollusca, Polychaeta e Echinodermata) e bentoplancônicos (Mysida). Nota-se, também, uma grande variação na abundância geral da comunidade zooplancônica entre os períodos de coleta (diurno vs. noturno), com a fauna noturna sendo cerca de 2 vezes superior à diurna, com 7845 e 4154 org.m⁻³, respectivamente (Figura 23).

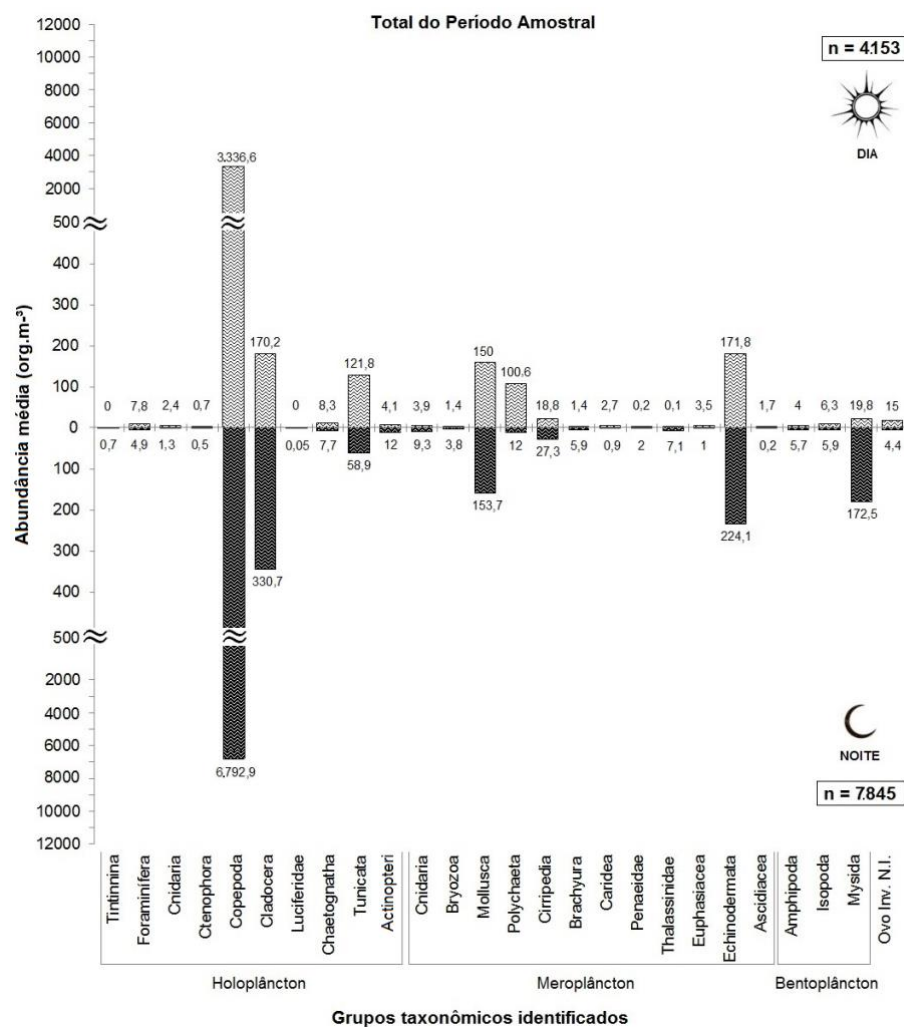


Figura 23: Dados de abundância média (org.m⁻³) dos grupos taxonômicos da fauna holoplancônica, meroplancônica e bentoplancônica capturadas nos períodos diurno e noturno, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, ao longo de dois anos de amostrais.

6.2.5.1. Análise Estatística

As análises empregando os GLMs (*Generalized Linear Model*), relacionando as variáveis bióticas e ambientais com os dados de abundância total zooplanctônica foram utilizados para verificar o efeito dos fatores sobre a abundância da fauna (Tabela 4). As variáveis Comunidade (C) e Mês de amostragem (M) foram significativas ($p < 0,001$) em ambas às análises, tanto quando verificadas individualmente, quanto no modelo final em conjunto, evidenciando que a abundância zooplanctônica na zona de arrebentação apresenta diferenças significativas tanto em relação à composição da comunidade, quanto aos meses de amostragem. Contudo, os fatores Período de amostragem (P) e Temperatura da água (T) não apresentaram importância significativa que possam ter influenciado na abundância zooplanctônica local, sendo estes fatores removidos do modelo final (Tabela 4 - Análise 1). Dessa forma, o modelo final obtido foi C+M (Tabela 4 - Análise 2).

Tabela 4: Análises GLM (*Generalized Linear Model*) aplicadas entre as variáveis bióticas e ambientais em relação aos dados de abundância zooplanctônica. A Análise 1 refere-se análise individual de cada variável para a seleção do modelo, enquanto que a Análise 2 aplica a estatística ao modelo em conjunto. (R^2 = Coeficiente de determinação; (p) Significância da análise; C = Comunidade; P = Período de amostragem; M = Mês de amostragem; T = Temperatura da água; * indica significância; ---- indica variável removida do modelo).

Zooplâncton Total			
Análise 1			
Modelo	R^2	R^2 (Ajustado)	p
C	0,288	0,235	<0,001*
P			0,123
M			<0,001*
T			0,299
Modelo selecionado: C+M			
Análise 2			
Modelo	R^2	R^2 (Ajustado)	p
C	0,573	0,490	<0,001*
P			----
M			<0,001*
T			----
C+M			<0,001*

6.2.5.2. Análise Multivariada

A análise multivariada *NMDS* (*Non Multi Dimensional Scaling*) produziu imagem bidimensional que ilustra as similaridades, em termos de abundância zooplanctônica, entre as amostragens relacionadas de acordo com as estações climáticas. Os grupos foram formados pela análise de *cluster* e plotados sobre o *NMDS* (linhas verdes). Para a aplicação do fator estação do ano, foi necessário realizar a média da abundância zooplanctônica registrada em ambos os períodos (dia e noite), como também, a média entre as campanhas de outubro e dezembro/2013 que corresponderam à primavera/2013, abril e junho/ 2014 relacionadas ao outono/2014 e, outubro e dezembro/2014 correspondentes a primavera/2014. As demais amostragens como, junho/2013 corresponde ao outono/2013, agosto de 2013/2014 ao inverno dos mesmos anos, fevereiro de 2014/2015 a estação de verão dos respectivos anos e, por fim, abril/2015 ao outono do mesmo ano.

Sendo assim, o *NMDS* relacionado às estações do ano possibilitou observar a distribuição das amostras em poucos grupos: (1) outono, inverno e primavera de 2013/2014; (2) verão de 2014/2015 e; (3) outono de 2015 isoladamente. Nesta análise também foi possível visualizar que a abundância da fauna zooplanctônica apresentou similaridade de 80% entre as estações climáticas que compõem cada grupo formado, sendo também observada uma similaridade > 60% entre os grupos (1) e (2) e, < 40% entre o grupo (3) e os demais (Figura 24).

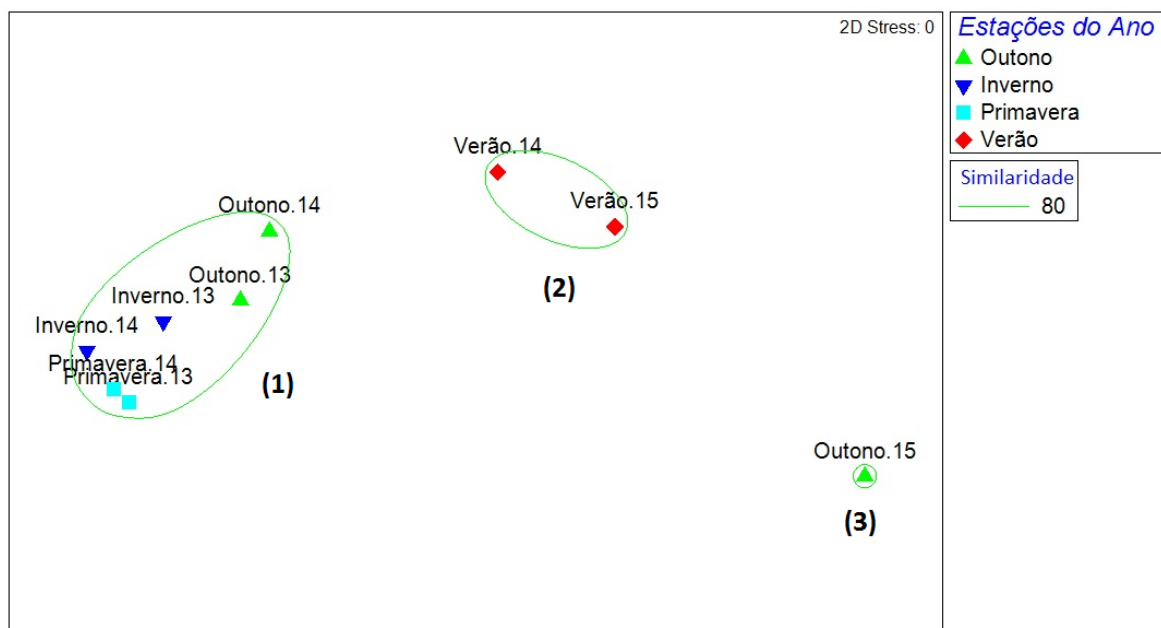


Figura 24: Distribuição das amostras de zooplâncton pela análise de *NMDS*. As amostras foram representadas pelo fator estação do ano com quatro categorias: outono (2013, 2014 e 2015), inverno (2013 e 2014), primavera (2013 e 2014) e verão (2014 e 2015). Os grupos (1), (2) e (3) foram formados pela similaridade de 80%.

7. Discussão

7.1. Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais registradas, na zona de arrebentação analisada, apresentaram variações ao longo deste estudo. No que se refere a variável temperatura da água, esta apresentou padrão de variação sazonal, ou seja, valores máximos durante as estações de verão e mínimos no inverno, além de oscilações ao longo das estações marcadas por aumento progressivo durante a primavera e declínio no outono. Este padrão de variação, típico de zonas subtropicais, também foi observado por Fontes (2010) na região central da Baixada Santista, onde a temperatura da água refletiu as condições atmosféricas locais.

O teor de salinidade da água do mar em zonas de arrebentação, segundo Buthelezi (2012), também é caracterizado por apresentar constantes flutuações, corroborando assim os dados obtidos neste estudo. Segundo este autor, isso se deve ao fato da zona de arrebentação ocupar área de transição entre o ambiente terrestre e marinho, onde em muitos casos há desague de cursos hídricos continentais. Sendo assim, os baixos níveis de salinidade encontrados na área de estudo podem indicar maior intrusão de água doce no sistema por desague de água fluvial e pluvial, já que o ponto de amostragem era influenciado por dois sangradouros que drenam a água continental de parte do município. Já os altos valores de salinidade podem ser atribuídos às elevadas temperaturas e, consequentemente, a alta evaporação característica do verão e, ocasionalmente, nas demais estações.

7.2. Comunidade Zooplanctônica

7.2.1. Riqueza, Diversidade e Equitabilidade

A riqueza de grupos taxonômicos observada na zona de arrebentação analisada foi elevada, compreendendo 116 táxons, quando comparada a região sul do país, onde a quantidade de grupos registrados por Avila *et al.* (2009), na Praia de Tramandaí/RS, foi 1,4 vezes menor, como também, na Praia de Pontal do Sul/PR onde Straub *et al.* (2014) capturaram 5,3 vezes menos grupos taxonômicos em relação ao registrado no presente. A maior quantidade de táxons apresentada neste estudo, pode estar relacionada à análise de riqueza englobando também a fauna noturna e organismos bentônicos na fase adulta, sendo

estes não abordados por Avila *et al.* (2009) e Straub *et al.* (2014). Além disso, existem diferenças nas condições ambientais entre as áreas devido às latitudes em que se encontram, onde a Praia da Aviação (24°S) apresenta características mais tropicais em relação à Praia de Tramandaí (30°S) e, à Praia de Pontal do Sul/PR (25°S) que, conseqüentemente, alteram a composição da fauna zooplanctônica local. No entanto, apesar dos contrastes ambientais inerentes a latitude, na Praia de Ajuruteua/PA (01°S), Costa *et al.* (2011) observaram riqueza inferior ao encontrado na Praia da Aviação/SP, onde o registro foi 2,4 vezes menor. Além disso, valor inferior também foi observado no litoral de Pernambuco, onde Melo *et al.* (2010) capturaram 1,3 vezes menos grupos taxonômicos. Já em duas localidades do litoral africano, Buthelezi (2012) capturou durante os períodos diurno e noturno quantidades semelhantes de grupos taxonômicos registrados no presente estudo, sendo 132 e 108 táxons na zona de arrebentação de Sta. Lucia e Mhlathuze, respectivamente e, em Oregon, costa oeste dos Estados Unidos, Marin Jarrin & Shanks (2010) registraram o total de 105 espécies durante ambos os períodos (dia e noite). Porém existem certas dificuldades em estabelecer comparações de riqueza devido a diferentes metodologias e esforços amostrais.

Em relação à riqueza da fauna, entre os diferentes horários do dia, este estudo registrou em média valores superiores durante a noite em relação ao dia, sugerindo, assim, que determinados organismos planctônicos moveram-se para a superfície e que, por tanto, a ocorrência da fauna zooplanctônica, na zona de arrebentação, se dá de forma diferenciada durante os períodos diurno e noturno. Marin Jarrin & Shanks (2010) também apontaram maior riqueza da fauna zooplanctônica durante o período noturno. Essa diferenciação está associada a fatores endógenos (reprodução e aspectos fisiológicos) (Lasiak & McLachlan, 1987) ou exógenos (luz, temperatura, salinidade, predação, abundância diferencial entre os táxons, etc.) (Clutter, 1967; McLachlan, 1983; Takahashi & Kawaguchi, 1997; Heard *et al.*, 2006).

De forma geral, a comunidade zooplanctônica da zona de arrebentação da Praia da Aviação mostra uma pequena variação de diversidade, seguindo padrão sazonal, principalmente quando analisado o segundo ano amostral. A diversidade e riqueza da fauna sofre uma ligeira diminuição a partir do verão, seguida de uma elevação na primavera, entretanto, no primeiro ano esse padrão não foi evidenciado. Dados semelhantes foram registrados por Avila *et al.* (2009), Marin Jarrin & Shanks (2010) e Buthelezi (2012) onde esse padrão mostrou-se equivalente para a região sul brasileira, costa oeste americana e

africana, respectivamente. Neste estudo, a diversidade máxima da fauna, com exceção dos copépodos, obtida durante o período diurno foi 1,3 vezes maior em relação ao registrado por Avila *et al.* (2009) na região sul, sendo 3,48 bits.ind⁻¹ e 2,6 bits.ind⁻¹, respectivamente. Contudo, apesar das diferenças entre os resultados, ambos estudos assinalaram máxima diversidade durante a estação de verão.

Em relação aos períodos diurno e noturno a diversidade da fauna permaneceu praticamente estável, com exceção a agosto/2013, refletindo uma comunidade relativamente constante. Essa baixa diferenciação de diversidade entre os períodos pode estar relacionado à captura frequente de misidáceos (manchas) (Clutter, 1967; McLachlan & Brown, 2006) durante a noite e que, conseqüentemente, pode ter diminuído o índice de diversidade em decorrência da dominância numérica do grupo no período noturno. O mesmo padrão foi observado no sul da África por Buthelezi (2012), onde o autor registrou valores de diversidade diurna e noturna similares ao do presente estudo, sendo que, na média, o índice durante o período escuro foi inferior ao período claro, também devido à incursão de organismos bentoplanctônicos na coluna d'água. Na costa de Oregon Marin Jarrin & Shanks (2010) também obtiveram resultados equivalentes, onde a fauna zooplanctônica durante o dia foi significativamente mais diversa em relação à noite.

Contudo, comparações mais aprofundadas não podem ser realizadas devido à diferenciação do nível taxonômico de identificação, método e esforço amostral empregado em cada pesquisa, assim como particularidades das condições ambientais existentes no entorno das distintas regiões.

A equitabilidade, no primeiro ano amostral, foi maior no período diurno quando comparado ao noturno, com exceção de outubro/2013 e abril/2014, mostrando assim maior homogeneidade durante o dia. Essa diferenciação pode ser relacionada à maior densidade de organismos presentes no plâncton durante o período noturno, diminuindo conseqüentemente a uniformidade da fauna zooplanctônica. No segundo ano, a equitabilidade nas amostragens diurnas foi mais elevada em junho/14, outubro/14 e abril/15, enquanto no período noturno a maior homogeneidade correspondeu aos meses agosto/14, dezembro/14 e fevereiro/15. Em relação aos dois anos de amostragem a fauna zooplanctônica durante o segundo ano apresentou maior homogeneidade numérica entre as espécies do que no primeiro ano.

7.2.2. Variação Temporal

A comunidade zooplancônica registrada na zona de arrebentação da Praia da Aviação apresentou respostas temporais significativas, onde a variação em termos de abundância ao longo dos meses amostrais foi comprovada utilizando o modelo linear generalizado (*GLM*) empregado neste estudo. Esta variabilidade também foi em parte demonstrada na análise multivariada plotada em *NMDS*, na tentativa de visualizar padrões sazonais da comunidade, onde as amostras correspondentes aos meses de verão apresentaram-se similares (80%), como também, as demais estações (primavera, outono e inverno).

Segundo Nielsen & Munk (1998), a fauna planctônica reflete a sazonalidade devido às mudanças dos fatores ambientais principalmente relacionadas à temperatura da água sendo esta responsável, por exemplo, pela alteração na disponibilidade de alimentos. Considerando esta afirmação é possível justificar em parte a dissimilaridade registrada entre o verão e as demais estações, tendo em vista que no verão a água na zona de arrebentação estava em média 6,5°C mais quente do que nas demais estações.

No entanto, estatisticamente não se manifestou significativamente associada à variável ambiental temperatura em termos de abundância. Dessa forma, respostas que justifiquem a variação temporal da fauna planctônica na área estudada são de difícil interpretação devido à análise de variáveis isoladas, sendo mais adequada a interpretação em conjunto com diversos descritores ambientais e ecológicos como, por exemplo, fatores climáticos e hidrodinâmicos, composição química da água, oxigênio dissolvido e disponibilidade de nutriente, contudo, estes parâmetros não foram englobados no delineamento amostral deste estudo, ficando assim limitada a interpretação das variações temporais da comunidade zooplancônica.

Com utilização de técnicas de estatística multivariada também foi possível visualizar o isolamento da amostra correspondente ao outono de 2015 (abril de 2015), onde a mesma apresentou baixa similaridade (< 40%) em relação às demais estações, podendo esta diferenciação ser explicada pelo maior pico de abundância obtido durante todo o estudo. Esta alta abundância provavelmente indica a captura de aglomerados de organismos formando manchas ou *patches*, sendo este tipo de distribuição não homogênea comum na comunidade zooplancônica de zonas de arrebentação, podendo mudar diariamente ou no decorrer de horas ocasionando efeitos bastante significativos nas amostragens (McLachlan & Brown, 2006; Vilano, 2016 informação verbal). O adensamento dos animais pode ser promovido pela ação

de ondas incidentes à costa, capazes de deslocar a fauna planctônica de outras localidades para a zona de arrebentação interna ocasionando, conseqüentemente, o aprisionamento dos organismos por determinado tempo na região. Associado a isso, o deslocamento e adensamento da fauna também pode ser ocasionado pela ação de correntes de retorno ou longitudinais à costa (McLachlan & Hesp, 1984; Buthelezi, 2012; Vilano, 2016 informação verbal) que, segundo Souza (1997), são frequentes em Praia Grande/SP. A união destes fatores podem relacionar-se as constantes flutuações na abundância da fauna zooplanctônica, porém, segundo Vega-Pérez (1993) processos biológicos como, por exemplo, pressão predatória, também pode influenciar na abundância e distribuição dos organismos.

Durante o período amostral a fauna holo, mero e bentoplanctônica que compõem a comunidade zooplanctônica mostraram-se significativamente distintas em termos de abundância, sendo esta diferenciação comprovada pelo *GLM*. O mesmo padrão é descrito em estudos semelhantes desenvolvidos em diferentes zonas de arrebentação do litoral brasileiro (Bersano, 1994; Avila *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2014a), assim como, em outras regiões do mundo como, Atlântico Norte (Stull *et al.*, 2016) e Oceano Pacífico (DeLancey, 1987; Marin Jarrin & Shanks, 2010). Essa diferença provavelmente deve-se a presença do grupo Copepoda que ocorreu com preponderância numérica à fauna meroplanctônica em ambos os períodos amostrais, contudo, se os copépodos fossem desconsiderados das análises a fauna meroplanctônica seria preeminente. De modo geral, a dominância desse grupo é relatada por diversos autores como, por exemplo, Björnberg (1981), Huys & Boxshall (1991), Vega-Pérez (1993), Boltovskoy (1999), Bradford-Grieve *et al.* (1999), Cavalcanti & Larrazábal (2004), Sant'Anna & Björnberg (2006), Melo *et al.* (2010), Pereira (2010) e Martinelli Filho (2013), sendo por esta razão, o grupo do zooplâncton marinho mais conhecido no Atlântico Sul.

De modo geral, em zonas turbulentas, o padrão de elevada abundância do grupo Copepoda se mantém devido à alta flexibilidade e capacidade de adaptação às variações ambientais que estes organismos apresentarem (Huys & Boxshall, 1991). Alguns estudos tais como os de Brown & McLachlan (1990), McLachlan & Romer (1990), Franks (2001) e Freund *et al.* (2006) apontam que o grupo responde reprodutivamente à alta disponibilidade de nutrientes e biomassa fitoplanctônica existente na região, influenciando positivamente na abundância desses organismos como descrito aqui e em outras localidades. Somado a isso, Pinheiro *et al.* (2011), também relacionam o forte hidrodinamismo local responsável pela

suspensão de espécies tipicamente bentopelágicas e elevando ainda mais a abundância do grupo nas camadas superficiais da coluna d'água. Contudo, apesar da notável representatividade dos copépodos, acredita-se que a dominância dos grupos zooplanctônicos, nas zonas de arrebentação, pode variar dependendo das características e condições ambientais de entorno, sendo que em determinados locais a fauna de Mysidacea e Brachyura supera a abundância de Copepoda como, por exemplo, na pesquisa desenvolvida na Praia do Cassino/RS por Bersano (1994), na África do Sul por Buthelezi (2012) e, no Equador por Marin Jarrin *et al.* (2016), entretanto este padrão não foi observado no presente estudo.

A fauna zooplanctônica da zona de arrebentação registrada ao longo deste estudo, superou, em termos de abundância, cerca de 1,2 vezes a concentração apontada para zonas costeiras mais profundas (de 18 à 35m) como, por exemplo, o registrado no litoral de Ubatuba (Vega-Pérez, 1993; Martinelli Filho, 2013) e Baía de Santos (Pereira, 2010). Esta observação também foi apresentada por Stull *et al.* (2016) quando analisaram e compararam a fauna planctônica de praias da Carolina do Norte, Estados Unidos, com regiões adjacentes de maior profundidade.

Segundo Stull *et al.* (2016), as zonas de arrebentação também apresentam em média o dobro de biomassa fitoplanctônica em relação à águas da plataforma. Sendo assim, a elevada concentração da fauna planctônica pode ser justificada pelas complexas características intrínsecas às zonas turbulentas rasas como a forte hidrodinâmica, estabelecidas pela quebra das ondas e correntes, que promovem a redistribuição e circulação constante de nutrientes, retidos no sedimento para a coluna d'água favorecendo, assim, o desenvolvimento fitoplanctônico e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento para a fauna zooplanctônica (McLachlan, 1980; Stull *et al.*, 2016). Além disso, a alta energia favorece a acumulação semipermanente de diatomáceas nas zonas de arrebentação, sendo este tipo de formação específica de praias expostas e dissipativas (Campbell & Bate, 1991a; 1991b; 1997; Defeo *et al.*, 2009), como Praia Grande/SP. Dessa forma, a frequente concentração de diatomáceas eleva a biomassa fitoplanctônica, ofertando ainda mais alimento para os consumidores primários refletindo, positivamente, na abundância zooplanctônica (Gianuca, 1983; Brown & McLachlan, 1990; Bersano, 1994; Rörig *et al.*, 1997; Hewson *et al.*, 2001; Kahn & Cahoon, 2012; Stull *et al.*, 2016). Dessa forma, sugere-se que a fauna zooplanctônica, da zona de arrebentação analisada, devido a sua elevada abundância, representa um recurso

alimentar importante para organismos planctívoros dessa região, corroborando o estudo de DeLancey (1987).

Concomitantemente, o elevado índice pluviométrico da região (Alvares *et al.*, 2013) favorece a maior intrusão de água fluvial, na zona de arrebentação analisada, por meio de canais artificiais que drenam em direção ao mar (Souza & Cunha, 2009; 2012). Tal fato promove o carreamento de nutrientes e matéria orgânica de origem continental para o sistema, onde ficam aprisionados, pela ação das ondas, e disponíveis para o crescimento da comunidade algal (Kahn & Cahoon, 2012) influenciando, no desenvolvimento da fauna planctônica (Costa *et al.*, 2011). Vale ressaltar ainda que a área de estudo, eventualmente, pode receber nutrientes oriundos do sistema estuarino Santos/São Vicente, pois segundo Souza (1997), dependendo das condições hidrodinâmicas locais verificam-se plumas, vindas da Baía de Santos que ao contornarem a Ponta de Itaipu atingem a linha de costa da Praia da Aviação, disponibilizando ainda mais nutrientes para o crescimento fitoplanctônico e de toda a cadeia trófica local.

Dentre os grupos holoplanctônicos, os tintinídeos foram escassos na área de estudo, tendo sido capturados, em baixas abundâncias, apenas no período noturno durante a primavera e verão. Contudo, Costa *et al.* (2014a), capturaram tintinídeos com muita frequência durante o período diurno, na zona de arrebentação da Praia de Ajuruteua/PA, porém a rede utilizada possuía malha 64 μ m. Sendo assim, a metodologia utilizada neste estudo (rede de 180 μ m) pode ter subestimado a real ocorrência desse grupo na zona de arrebentação. Talvez seja necessária a utilização de rede com malha mais fina, visando mais eficiência na captura de organismos com tamanho mais diminuto. Tal aspecto foi demonstrado por Martinelli Filho (2013), em estudo desenvolvido na Baía do Flamengo (Ubatuba/SP), onde registrou abundância de tintinídeos sete vezes maior quando utilizou redes de malha 20 μ m.

O grupo Foraminifera não apresentou elevado percentual de contribuição dentre os holoplanctônicos capturados, mas ao longo de todo estudo o grupo foi capturado frequentemente em ambos períodos amostrais (dia e noite). A elevada frequência de ocorrência também foi registrada por Costa *et al.* (2014a) durante o dia no litoral do Pará. Os foraminíferos do gênero *Globigerinoides* ocorreram na zona de arrebentação da Praia da Aviação, em todas as estações do ano, exceto no outono e inverno do primeiro ano amostral, os outros gêneros (*Globigerina* e *Orbulina*), assim como, indivíduos não identificados,

ocorreram de forma esporádica. De modo geral, a abundância do grupo foi baixa durante todo o estudo.

Os grupos de cnidários holoplanctônicos estiveram presentes na zona de arrebentação de forma esporádica, sendo Diphyidae ausente no inverno, enquanto as demais famílias foram capturadas apenas nesta estação durante o primeiro ano amostral.

Os cladóceros foram presentes em ambos os períodos amostrais ao longo de todo o estudo, porém a sua ocorrência não se deu de forma constante sendo, no primeiro ano amostral, capturados muito frequentemente, ao passo que, no segundo ano sua presença na zona de arrebentação foi esporádica. A abundância do grupo também não foi estável ao longo do ano, apresentando picos sem relação com estações climáticas. Apesar disso, estudos apontam a relação positiva com a temperatura, onde maiores abundâncias do grupo refletiram a variação sazonal como descrito por Miyashita *et al.* (2010; 2011) e Martinelli Filho (2013). De acordo com Atienza *et al.* (2007) e Martinelli Filho (2013) os cladóceros apresentam rápida resposta reprodutiva, em consequência da sua eficaz estratégia de reprodução (pedogênese) e alta taxa de crescimento. Além disso, em condições ambientais desfavoráveis, os cladóceros são capazes de alterar seu modo reprodutivo e produzir ovos de resistência que permanecem no sedimento até que as condições estejam ideais para a eclosão (Atienza *et al.*, 2007). Esta combinação de fatores possivelmente explica a ocorrência inconstante de cladóceros, com altos picos de abundância e ausência do grupo em determinados períodos do ano na zona de arrebentação da Praia da Aviação.

Os copépodos, na zona de arrebentação da Praia da Aviação, foram capturados ao longo de todo estudo, porém com maior abundância durante o período noturno e nas estações de verão e outono, sendo neste estudo, considerado o grupo dominante dentre a fauna zooplanctônica analisada, atingindo 84% da abundância total. Resultado similar foi obtido por Costa *et al.* (2014a) na Praia de Ajuruteua/PA, onde os copépodos corresponderam a 83% dos organismos planctônicos, contudo, Costa *et al.* (2011) registraram anteriormente na mesma praia do litoral Paraense, a contribuição de 43% do grupo Copepoda em relação a fauna zooplanctônica, mostrando dessa forma que apesar da alta contribuição do grupo é comum a sua oscilação em zonas turbulentas.

A ordem Calanoida foi mais abundante quando comparada à Cyclopoida, Harpacticoida e Poecilostomatoida, sendo também descrita, em pesquisas sobre zooplâncton marinho por Björnberg (1981), DeLancey (1987), Bradford-Grieve *et al.* (1999), Cavalcanti &

Larrazábal (2004), Avila *et al.* (2009), Pereira (2010) e Stull *et al.* (2016), como a ordem de maior diversidade de espécies dentre o grupo Copepoda. Especificamente em zonas de arrebenção, a alta representatividade no plâncton do grupo Copepoda foi descrita na costa da África do Sul (Buthelezi, 2012), Portugal (Frazão, 2015), costa leste e oeste dos Estados Unidos (DeLancey, 1987; Marin Jarrin & Shanks, 2010; Stull *et al.*, 2016). Na costa brasileira, Avila *et al.* (2009) descreveram a abundância e importância do grupo na Praia de Tramandaí/RS, sendo a abundância máxima registrada pelo autor (1884 org.m^{-3}) inferior ao resultado obtido neste estudo ($16.909,3 \text{ org.m}^{-3}/\text{dia}$ e $59.646 \text{ org.m}^{-3}/\text{noite}$). Pinheiro *et al.* (2011), também constataram, na Praia de Ajuruteua/PA, abundância inferior (36380 org.m^{-3}), no entanto, Costa *et al.* (2014b), na mesma localidade do litoral Norte, registraram concentrações muito superiores ($330470 \text{ org.m}^{-3}$). Já, na Praia de Pontal do Sul/PR, Straub *et al.*, (2014) também obtiveram abundância menor (45753 org.m^{-3}) do que na praia analisada neste estudo. Apesar das diferenças nas abundâncias listadas para o grupo Copepoda, é de extrema complexidade estabelecer comparações entre as localidades de estudo em decorrência das diferentes metodologias empregadas, como também, do esforço amostral.

Os grupos Chaetognatha e Appendicularia estiveram presentes, na zona de arrebenção estudada, durante todo o ano e período amostral, sendo considerados, portanto residentes a esta região. Contudo, altas concentrações foram observadas durante os meses mais quentes, como verão para os chaetognátos e, primavera e verão para os appendicularios. Em relação aos chaetognátos, padrões semelhantes de frequência de ocorrência, foram registrados em zonas de arrebenção do litoral do Rio Grande do Sul e Pará por Avilla *et al.* (2009) e Costa *et al.* (2014a), respectivamente. Este grupo em particular é considerado um dos principais representantes do ambiente costeiro, onde sua abundância é influenciada pela temperatura e disponibilidade de alimento (Liang & Veja-Pérez, 1994; Marazzo & Nogueira, 1996; Araújo & Ribeiro, 2005) sendo, portanto, estas as possíveis razões da frequente captura do gênero *Sagitta*, na Praia da Aviação.

Os organismos do grupo Appendicularia pertencentes ao gênero *Oikopleura*, segundo Esnal (1999), também são frequentemente relacionados às regiões costeiras, sendo os picos de abundância diretamente relacionados à água de alta temperatura (Campos, 2000; 2004) corroborando, assim, os dados obtidos neste estudo. Na região analisada, dados equivalentes foram obtidos por Pereira (2010) onde, na Baía de Santos, registrou elevada frequência com abundância máxima no verão.

Os tunicados da ordem Doliolida ocorreram de forma esporádica, quando presentes a maior abundância registrada foi durante o verão no período diurno do primeiro ano amostral. Resultados semelhantes foram observados por Avila *et al.* (2009) que verificaram, durante o dia, a presença desses organismos foi mais evidente nesta estação do ano. Já as salpas do gênero *Thalia* não apresentaram um padrão claro de ocorrência, porém sua presença foi mais evidente e constante durante a estação de inverno do primeiro ano amostral, em ambos os períodos (dia e noite).

A presença do grupo Actinopteri, na forma de ovos e larvas, foi considerada residente devido a constante captura, indicando, assim, a importância da área no desenvolvimento da fauna ictioplanctônica presente em águas rasas, igualmente descrito por Bennett (1989), Layman (2000), McLachlan & Brown (2006), Vasconcellos *et al.* (2007) e Stull *et al.* (2016). A maioria dos juvenis capturados como, por exemplo, os gêneros *Atherinella* e *Mugil*, são citados na literatura por completarem seu ciclo de vida nas zonas de arrebentação (Paiva Filho & Toscano, 1987; Monteiro-Neto *et al.*, 2003; Favero & Dias, 2015). Em geral o grupo Actinopteri, (incluídos os juvenis) foi menos evidente durante os meses de inverno sendo, a maior abundância registrada nas estações quentes, como também, observado em praias próximas a área do estudo (Paiva Filho & Toscano, 1987; Giannini & Paiva-Filho, 1995) e outras regiões do litoral brasileiro (Pessanha *et al.*, 1999; Barreiros *et al.*, 2004; Godefroid *et al.*, 2004; Vasconcellos *et al.*, 2007). Segundo Paiva-Filho & Toscano (1987) este padrão de ocorrência na região acontece, para juvenis de Mugilidae, provavelmente após a desova em mar aberto e a migração dos organismos até praias expostas.

A variação de ocorrência ao longo do ano pode estar relacionada às características fisiológicas, como ciclos reprodutivos, fatores hidrodinâmicos (responsáveis pelo transporte de ovos e larvas de áreas de reprodução até zonas de recrutamento), a instabilidade característica das zonas turbulentas (que dificulta a permanência constante de muitos organismos), como também, alterações relacionadas às outras variáveis ambientais (Ricklefs, 1996; Vazzoler, 1996; Layman, 2000; Mariani, 2001; Potter *et al.*, 2001; Barreiros *et al.*, 2004; McLachlan & Brown, 2006; Favero & Dias, 2015).

Dos grupos meroplancctônicos, os cnidários foram praticamente constantes na zona de arrebentação da Praia da Aviação, com a captura dos Tubulariidae exclusivamente no inverno do primeiro ano. As larvas de briozoários, cirripédios e equinodermos (equinopluteus) ocorreram em praticamente todos os meses, sendo consideradas residentes na área. Ainda

assim, as larvas dos equinodermos das classes Asteroidea e Holothuroidea ocorreram de forma migratória e esporádica (ver anexo 2), respectivamente.

A captura constante de larvas de invertebrados bentônicos, que quando adultos colonizam substrato rochoso, provavelmente está associada à hidrodinâmica na zona de arrebentação (Mclachlan, 1980; MacMahan *et al.*, 2009; Shanks *et al.*, 2010). Segundo Souza (1997), a corrente longitudinal predominante na Praia da Aviação flui rumo Sudoeste (SW), ou seja, do Morro do Itaipú (extremo Norte da orla) em direção à cidade de Mongaguá (localizada ao Sul) sendo, assim, a circulação é capaz de transportar larvas liberadas por organismos fixos ao costão rochoso (Morro do Itaipú) localizado a 3,5km ao Norte (N) do ponto amostral. Em estudos realizados no Estado do Rio Grande do Sul, nas praias do Cassino (Bersano, 1994) e Tramandaí (Avila *et al.*, 2009) também foi registrada a presença constante de cirripédios durante o período diurno, embora a possível origem das larvas não tenha sido citada pelos autores desses estudos.

As larvas de gastrópodos, bivalves e poliquetos (Spionidae) foram capturadas com elevada frequência, sendo, consideradas residentes nesta zona de arrebentação. A captura de ambos os grupos foram constantes e não sofreram grandes variações ao longo das estações do ano, contudo, as larvas das demais famílias de poliquetos ocorreram esporadicamente, com uma maior variedade de famílias na estação primavera do primeiro ano amostral. Na totalidade das capturas, o grupo Mollusca também não apresentou variação de abundância em relação ao período amostral, no entanto, os poliquetos foram 8,3 vezes mais abundantes durante o dia. Segundo Stull *et al.* (2016), a constante presença de larvas meroplanctônicas, dos grupos mencionados acima, reflete a alta disponibilidade de alimento que as zonas turbulentas oferecem e que influenciam significativa e positivamente na contínua desova de invertebrados bentônicos.

Em ambientes costeiros, a frequente ocorrência de larvas de Mollusca e Polychaeta no plâncton é descrita em diversos estudos (Vega-Pérez, 1993; Mello *et al.*, 2010; Martinelli Filho, 2013; Pereira, 2010) e especificamente na zona de arrebentação, também foram frequentemente registrados por Costa *et al.* (2011; 2014a) no litoral Paraense. Dentre os moluscos, ao longo de todo estudo, as larvas de Gastropoda foram predominantes em relação à Bivalvia sendo, esta relação também observada na Baía de Santos por Pereira (2010).

Referente aos poliquetos, a predominância das larvas de Spionidae, também foi apresentada por Pereira (2010) na Baía de Santos, e a preponderância desta família em ambas

áreas pode ser justificada pelas características semelhantes de substrato sedimentar, onde especificamente a praia analisada apresenta alto teor de areia fina (Souza, 1997) substrato mencionado como favorito para muitas espécies incluídas na família (Fauchald & Jumars, 1979; Amaral & Nonato, 1981) justificando, assim, a constante ocorrência de larvas Spionidae liberadas por populações adultas que residem no substrato arenoso praial.

Dentre os decápodos, apenas Luciferidae foi registrada esporadicamente no inverno e verão do segundo ano amostral, enquanto os estágios larvais dos outros táxons foram mais abundantes durante o verão, mas constantemente presentes no plâncton durante todo estudo sendo, zoeas e megalopas da Infraordem Brachyura os mais frequentes nesta zona. A ocorrência das larvas de Decapoda em zonas de arrebentação também é descrita na costa dos Estados Unidos, Carolina do Norte (DeLancey, 1987; Stull *et al.*, 2016) e Oregon (Marin Jarrin & Shanks, 2010), África do Sul (Buthelezi, 2012). Na costa brasileira, Bersano (1994) e Avila *et al.* (2009) também verificaram, na zona de arrebentação da região Sul, a ocorrência durante o dia de larvas de Decapoda, porém não foi citado o período do ano no qual as capturas ocorreram. Segundo Resgalla (2001), em áreas costeiras a ocorrência de larvas de decápodos está relacionada aos picos reprodutivos onde este acontecimento é associado aos meses mais quentes e de maior produção primária, auxiliando assim, na justificativa para os registros das maiores abundâncias do grupo registradas durante o verão neste estudo.

Dentre os organismos bentoplanctônicos, os isópodos e anfípodos foram constantemente capturados ao longo do estudo, independente do período amostral, evidenciando sua significância na zona de arrebentação. Estes animais são considerados importantes produtores secundários e constituem fonte de alimento para uma grande diversidade de predadores marinhos (Beare & Moore, 1997; MacNeil *et al.*, 1999; Takahashi *et al.*, 1999; Yu *et al.*, 2003).

Os Mysidacea foram considerados residentes na zona de arrebentação, particularmente representada por *Metamysidopsis elongata* (com maiores valores de abundância) e *Bowmaniella brasiliensis* (registrada ocasionalmente e menor abundância). Ambas espécies foram amplamente representadas por indivíduos juvenis, seguidos pelos adultos, compreendendo machos e fêmeas frequentemente ovígeras, refletindo a alta capacidade de recrutamento do grupo Mysida em regiões turbulentas (Almeida Prado, 1974; Calil & Borzone, 2008).

Apesar de estudos mostrarem variações na abundância de misidáceos em relação às estações do ano (Almeida Prado, 1974; Mauchline, 1980; Wooldridge, 1981) neste estudo não foi possível observar flutuações neste sentido, indicando que na região as condições ambientais inerentes à sazonalidade podem não afetar diretamente a distribuição do grupo, podendo a fauna ser mais influenciado pela disponibilidade de alimento, predação, salinidade e profundidade (Webb & Wooldridge, 1987; McKenney, 1994).

Na zona de arrebentação do litoral brasileiro a ocorrência dos misidáceos foi descrita por Bersano (1994), onde o grupo foi considerado o principal responsável pelos valores de abundância e biomassa dentre os crustáceos. Avila *et al.* (2009) descreveram a forma adulta do gênero *Metamysidopsis* como a mais frequente e abundante na zona turbulenta. Borzone *et al.* (2007), Calil & Borzone (2008), Felipe (2010) e Straub *et al.* (2014) registraram em praias do litoral do Paraná a ocorrência de misidáceos, sendo o gênero *Metamysidopsis* o de maior abundância. Entretanto, *Bowmaniella brasiliensis* também foi registrada pelos mesmos autores na zona de arrebentação interna, com menor abundância quando comparada ao gênero *Metamysidopsis*, resultado similar no presente estudo. Segundo Borzone *et al.* (2007), *Bowmaniella brasiliensis* é mais numerosa em zonas de arrebentação externa e praticamente ausente em áreas rasas, distribuição diferencial que é explicativa da baixa densidade dessa espécie registrada neste trabalho.

A presença de Mysidacea em zonas de arrebentação também foi constatada em outras regiões do mundo, como costa da África do Sul (Wooldridge, 1989; Mclachlan & Romer, 1990; Buthelezi, 2012), na costa oeste dos Estados Unidos (Clutter, 1967; DeLancey, 1987; Marin Jarrin & Shanks, 2010), no Equador (Dominguez Granda *et al.*, 2004; Marin Jarrin *et al.*, 2016), Bélgica (Lock *et al.*, 1999, 2011; Beyst *et al.*, 2001a, 2001b), Moçambique (Paula *et al.*, 1998), Japão (Takahashi & Kawaguchi, 1997, 1998), França (San Vicente & Sorbe, 1993) e Argentina (Carcedo *et al.*, 2013). Nota-se, portanto, que dentre os bentoplanctônicos os Mysidacea são de grande representatividade em zonas turbulentas, podendo corresponder a aproximadamente 90% da biomassa local (Cockcroft *et al.*, 1988; Mclachlan & Brown, 2006; Bersano, 1994; Buthelezi, 2012).

Misidáceos do gênero *Metamysidopsis* também foram registradas em regiões mais profundas e distantes da costa por Lopes *et al.* (1986), Fries & Bjornberg (1997) e Resgalla (2001) no litoral brasileiro e, por Clutter (1967) na Califórnia, mostrando que apesar do grupo ser considerado residente na zona de arrebentação, não são exclusivos nessa região turbulenta.

Além disso, podem migrar verticalmente ou mesmo se distribuir e locomover horizontalmente durante o período noturno (Wooldridge, 1989; Webb & Wooldridge, 1990; Takahashi & Kawaguchi, 1997; Marin Jarrin & Shanks, 2010).

7.2.3. Variação Nictemeral

A conhecida variação nictemeral da comunidade zooplancônica descrita na literatura, não foi estatisticamente comprovada, em termos de abundância total, é provável que o incremento da fauna por meio da migração realizada por determinados organismos durante o período noturno não tenha refletido no aumento significativo na abundância total da comunidade da área de estudo.

Contudo, estudos que analisaram a variação diária de grupos específicos como, Brachyura, Mysida, Isopoda, Actinopteri em zonas de arrebentação, descreveram o aumento na composição e abundância zooplancônica durante o período noturno, como por exemplo, as pesquisas desenvolvidas no Atlântico Norte (DeLancey, 1987; Lock *et al.*, 1999; Stull *et al.*, 2016), Atlântico Sul (Felipe, 2010) e Oceano Pacífico (Takahashi & Kawaguchi, 1997, 1998; Marin Jarrin & Shanks, 2010). Dessa forma, caso a análise neste estudo fosse realizada pontualmente para grupos zooplancônicos específicos, possivelmente o resultado seria diferente, isso devido à captura numericamente superior no período noturno da fauna holoplancônica (Actinopteri), meroplancônica (Brachyura) e bentoplancônica (Mysida), registrado no presente estudo.

De modo geral, a maior atividade de crustáceos no plâncton durante a noite, sejam os organismos holo, mero ou bentoplancônicos, está principalmente relacionada à pressão predatória da fauna diurna, busca por alimento e reprodução (Colman & Segrove, 1955; Romer, 1986; Takahashi & Kawaguchi, 1998; Herd *et al.*, 2006; Marin Jarrin & Shanks, 2008; Buthelezi, 2012; Frazão, 2015) podendo, assim, justificar a maior abundância numérica do grupo Copepoda, Cladocera, Decapoda e Mysida durante a noite. Independente da razão pela qual estes organismos realizam migrações diárias, a variação na intensidade de luz é a principal responsável pelos estímulos (Gal *et al.*, 1999), no entanto, Melo *et al.* (2010) indicam que outros fatores podem regular as migrações diárias como, por exemplo, a maré, capaz de alterar a composição da fauna pela introdução e saída entre os organismos costeiros e de áreas afastadas.

A variação de abundância numérica, frequência de ocorrência e percentual de contribuição do grupo Actinopteri, relacionado ao período amostral, foi nítida para a fase juvenil, sendo registrada maior capturada da fauna durante a noite. Resultados similares foram descritos no litoral de regiões tropicais e subtropicais (Lasiak, 1984; Ruple, 1984; Gibson *et al.*, 1993; Harris, 1996; Godefroid *et al.*, 1998; Layman, 2000; Pessanha & Araújo, 2003; Pessanha *et al.*, 2003; Marin Jarrin & Shanks, 2010). Este padrão pode ser explicado pela migração nictemeral realizada por algumas espécies (Methven *et al.*, 2001) que buscam alimento na coluna d'água no período noturno, fugindo de predadores visuais que obtém menor sucesso de captura à noite (Mees & Jones 1997; McLachlan & Brown, 2006). Contudo, segundo Harris (1996) e Pessanha *et al.* (2003) a fauna ictioplanctônica também é capturada, durante o dia, com menor frequência e abundância em decorrência de sua capacidade visual, mais eficiente no período claro, que permite maior percepção e, consequentemente, maior probabilidade de fuga no momento da amostragem.

A variação numérica da fauna meroplanctônica, ao longo do dia, esteve relacionada principalmente aos grupos Decapoda. Todos os representantes da ordem Decapoda foram capturados durante ambos os períodos amostrais, embora com maior abundância numérica, frequência e contribuição durante a noite, com exceção dos carídeos. Resultados semelhantes, onde maiores quantidades decápodos (larvas) foram registradas no período noturno, também foi observado por DeLancey (1987), Colman & Segrove (1955) e Buthelezi (2012), na costa dos Estados Unidos, Inglaterra e da África, respectivamente. Segundo DeLancey (1987), a variação diária de decápodos (larvas) na coluna d'água reflete mudanças comportamentais que respondem a diferentes estímulos como, por exemplo, intensidade luminosa.

A migração nictemeral dentre a fauna bentoplanctônica, foi evidenciada pelo acréscimo de misidáceos na coluna d'água, sendo estes organismos capturados com maior frequência e abundância durante a noite. Corroborando este resultado, Takahashi & Kawaguchi (1997, 1998), Marin Jarrin & Shanks (2010), Melo *et al.* (2010) e Felipe (2010) notaram padrões equivalentes, onde abundâncias baixas e nulas foram obtidas durante períodos diurnos, com elevadas abundâncias em coletas noturnas. A maior atividade desses crustáceos na coluna d'água durante a noite pode ser justificada pela fuga de predadores visuais (Romer, 1986), já que os misidáceos são considerados a principal fonte de alimento de peixes que frequentam a zona de arrebentação (Lasiak & McLachlan, 1987; Marin Jarrin & Shanks, 2008). Além disso, a migração também pode ocorrer para fins de acasalamento,

alimentação e liberação da prole (Clutter, 1967; Stuck *et al.*, 1979; McLachlan, 1983; Takahashi & Kawaguchi, 1997; Heard *et al.*, 2006). Em ambos os casos, a variação na intensidade de luz é a principal responsável pelos estímulos de migração de muitos misidáceos (Gal *et al.*, 1999).

Apesar da maior captura de misidáceos durante o período noturno, estes organismos também foram registrados neste estudo em coletas diurnas, onde a fauna capturada durante o dia foi representada, principalmente por juvenis sendo, este padrão semelhante ao apresentado por Felipe (2010) na Praia do Pontal do Sul/PR. A variação diária desses macroinvertebrados na coluna d'água pode estar relacionada à habilidade de fuga no momento de amostragens diurnas (DeLancey, 1987) justificando, assim, a captura de jovens misidáceos que apresentam menor eficiência de natação em relação aos adultos. Contudo, segundo Bersano (1994), os jovens se distribuem de forma mais ampla dentro das manchas horizontais de misidáceos, ocorrendo com maior frequência nas margens dos agrupamentos formados pelo grupo sendo, assim, esta formação pode explicar a ocorrência de juvenis mais próximos à superfície devido à baixa profundidade da zona de arrebentação. Além disso, no período diurno, a maior ocorrência de jovens na coluna d'água em relação aos adultos, pode estar relacionada ao seu tamanho reduzido, menor capacidade de natação e estabilização junto ao substrato, permitindo com que a hidrodinâmica local desloque-os mais facilmente até a superfície.

Em relação aos isópodos e anfípodos, apesar de estudos demonstrarem a característica de migração noturna realizada por determinadas espécies, onde durante o dia permanecem próximo ao substrato, à procura de abrigo, e a noite deslocam-se para a coluna d'água (Mees & Jones, 1997; McLachlan & Brown, 2006; Marin Jarrin & Shanks, 2010; Melo *et al.*, 2010) no estudo realizado por Colman & Segrove (1955), os mesmos afirmam que os anfípodos da zona de arrebentação não habitam preferencialmente a camada superficial ou mais profunda, sendo os organismos distribuídos uniformemente na coluna d'água, corroborando os dados obtidos no presente estudo. Dessa forma, a constante ocorrência dos grupos na coluna d'água, durante ambos períodos (dia e noite), pode ser justificada pela alta dinâmica hídrica, que maximiza à baixa capacidade de natação e estabilização desses organismos dificultando sua permanência junto ao substrato, diferentemente dos misidáceos, que possuem órgãos de equilíbrio que impedem seu carreamento pela ação das correntes (Warman *et al.*, 1991; Heard *et al.*, 2006; Borzone *et al.*, 2007; Marin Jarrin & Shanks, 2010). Entretanto, Colman & Segrove (1955) também observaram, em experimentos laboratoriais, que anfípodos realizam

rápidas migrações do fundo até a superfície, várias vezes ao dia e sem motivo aparente sendo, esta também uma possível justificativa para a frequente presença desse grupo no plâncton. Esta combinação de fatores pode resultar na constante ocorrência destes indivíduos, durante ambos períodos, na coluna d'água da zona de arrebentação estudada. Dados que corroboram esta informação foram apresentados por Bersano (1994) e Avila *et al.* (2009) pelo registro abundante desse grupo durante o dia em praias do litoral Sul do Brasil.

8. Considerações Finais

A zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, em Praia Grande/SP, contém um conjunto variado de organismos planctônicos. Em termos de composição zooplanctônica a fauna holoplanctônica é dominada por pequenos crustáceos do grupo Copepoda com frequente ocorrência de Cladocera, como também, Tunicata e Chaetognatha. Na comunidade meroplanctônica é marcante a presença de larvas planctônicas de invertebrados bentônicos dos grupos Mollusca, Polychaeta, Decapoda e Echinodermata (equinopluteus). Dentre os bentoplanctônicos é comum o aparecimento na coluna d'água do grupo Amphipoda e Mysida. Apesar da frequente ocorrência destes organismos a praia analisada não apresenta um padrão específico em sua composição zooplanctônica, como também, não representa um sistema fechado, pois é diretamente influenciada por habitats próximos como, costão rochoso, devido à presença constante nas amostras de larvas dos grupos Hydrozoa, Bryozoa e Cirripedia típicos de substrato consolidado.

Na área analisada houve elevada abundância de organismos planctônicos com grande variabilidade temporal sem relação direta com padrões sazonais. Esta alta oscilação na quantidade e composição zooplanctônica evidencia o caráter dinâmico da região, onde os processos ambientais e bióticos, em conjunto, podem ocasionar mudanças recorrentes na estrutura da comunidade.

A região também apresenta riqueza e diversidade zooplanctônica, sendo que estas variáveis ecológicas apresentam, numericamente, ligeira mudança frente à variabilidade sazonal, sendo a fauna mais heterogênea no verão em relação ao inverno.

Na zona turbulenta analisada foi observada a variação nictemeral de grupos taxonômicos específicos como, misidáceos, decápodos e peixes juvenis. No entanto, apesar de

constante e numericamente notória esta variação ao longo do período do dia não refletiu estatisticamente alteração na abundância geral da comunidade zooplanctônica da zona de arrebentação. Sendo, portanto recomendável à análise separada de cada grupo cada grupo para a real verificação da existência de variação nictemeral dos organismos que compõem a comunidade zooplanctônica.

Por fim, conclui-se que a zona de arrebentação da Praia da Aviação é um habitat importante para diversos grupos zooplanctônicos, sendo este fato evidente pela alta proporção de organismos planctônicos existentes nesta zona turbulenta, indicando assim a importância deste ambiente para a manutenção da qualidade ecológica de áreas costeiras já que este grupo de organismos promove ligações tróficas extremamente importantes para a manutenção da vida marinha.

9. Referências Bibliográficas

- AAGAARD, T. E MASSELINK, G. The surf zone. In: SHORT, A. (Ed.). **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. John Wiley & Sons, 1999. p. 72-118.
- AB'SABER, A. N. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2001.
- ALMEIDA PRADO, M. S. Sistemática dos Mysidacea (Crustacea) na região de Cananéia. **Boletim do Instituto Oceanográfico da USP**, v. 23, p. 47-87, 1974.
- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim Geologia**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, n. 41, p. 169-263, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, p. 15-26, 1976. Número especial.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, E.C.; PONZI, V.R.A. Características morfológicas sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais de Resumos**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, v.4., 1984. p.1629-1642.
- AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F. **Anelídeos poliquetas da costa brasileira; características e chave para famílias - Glossário**. Brasília, CNPq/Coordenação Editorial, v. 1/2, p.47, 1981.
- AMORIM, R.R. **Análise geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do Município de São Vicente-SP**. 2007. 218f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- AMORIM, R.R.; OLIVEIRA, R.C. 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, 2007.
- AMORIM, R.R.; OLIVEIRA, R.C. O estudo das unidades de relevo em municípios da faixa costeira brasileira: o exemplo do Município de São Vicente – SP. **Caminhos da Geografia**, v.10, n. 30, p. 163-183, 2009.
- ANGULO, R.J. Problemas na terminologia de ambientes e subambientes litorâneos clássicos dominados por ondas. **Bol. Paranaense Geoc.**, v.44, 1996.
- ARAÚJO, H.M.P.; RIBEIRO, V.A. Distribuição das espécies de Chaetognatha na plataforma continental de Sergipe e Alagoas. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 9, n.1, p.19-23, 2005.
- ATIENZA, D.; CALBET, A.; SAIZ, E.; LOPES, R.M. Ecological success of the cladoceran *Penilia avirostris* in the marine environment: feeding performance, gross growth efficiencies and life history. **Marine Biology**, v.151, p.1385-1396, 2007.
- 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.
- BARREIROS, J.P.; FIGNA, V.; HOSTIM-SILVA, M.; SANTOS, R.S. Seasonal Changes in a Sandy Beach Fish Assemblage at Canto Grande, Santa Catarina, South Brazil. **Journal of Coastal Research**, v.20, n.3, p.862-870, 2004.

- BEARE, D.J.; MOORE, P.G. The contribution of Amphipoda to the diet of certain inshore fish species in Kames Bay, Millport. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.77, p.907-910, 1997.
- BENNETT, B.A. The fish community of a moderately exposed beach on the southwestern cape coast of South Africa and an assessment of this habitat a nurse for juvenile fish. **Est. Coast. Shelf Sci.**, v.28, p:293-305, 1989.
- BERSANO, J.C. **Zooplâncton da zona de arrebentação de praias arenosas, situadas ao sul de Rio Grande, RS. Primavera de 1990, verão de 1991.** 1994. 163f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 1994.
- BERTOZZI, C.P. **Análise da pesca artesanal na região de Praia Grande (SP), no período 1999-2001.** 2002. 226f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.
- BEYST, B.; CATTRIJSSE, A.; MEES, J. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. **Journal of Fish Biology**, v.55, p.1171-1186, 1999.
- BEYST, B.; BUYSSE, C.; DEWICKE, A.; MEES, J. Surf zone hyperbenthos of Belgian sandy beaches: Seasonal patterns. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.53, n.6, p. 877-895, 2001a.
- BEYST, B.; HOSTENS, K.; MEES, J. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation. **Journal of Sea Research**, v.46, p.281-294, 2001b.
- BEYST, B.; HOSTENS, K.; MEES, J. Factors influencing the spatial variation in fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.82, p.181-187, 2002a.
- BEYST, B.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; MEES, J. Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. **Marine Ecology Progress Series**, v.225, p.263-274, 2002b.
- BIRAJA KU. SAHU; BALIARSINGH, S.K.; SRICHANDAN S.; SAHU, K.C. Zooplankton Abundance and Composition in Surf Zone of Gopalpur Port, East Coast of India-A Case Study. **Marine Science**, v.2, n.6, p.120-124, 2012.
- BJÖRNBERG, T.S.K. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.) **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino.** Mar del Plata: Publ. Esp. INIDEP, 1981.v.2, p.587-679 .
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Recuento y análisis de los datos. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del atlantico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino.** Mar del Plata: Publ. Esp. INIDEP, 1981. v.1, p.153-168.
- BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton.** (Ed.) Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 1999. v.1/2, p.1706.
- BOMTEMPO, V.L. **Características hidráulicas e sedimentológicas de trecho do litoral sul do Estado de São Paulo.** 1991. 302f. Dissertação (Mestrado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1991.
- BONECKER, A.C.T.; BONECHER, S.L.C.; BASSANI, C. Plâncton Marinho. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência. 2002. p.103-125.
- BORZONE, C.A.; LORENZI, L.; CALIL, P. Cross-shore Mysidacea (Crustacea) distribution in two sandy beaches with contrasting morphodynamics. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.4, p.943-949, 2007.

- 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.
- BROWN, A.C.; McLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. New York: Elsevier, 1990.
- BUTHELEZI, P.P. **Invertebrate Plankton Assemblages In The Surf Zones Of The St. Lucia And Mhlathuze Estuaries, Kwazulunatal, South Africa**. 2002. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Zoologia, Universidade de Zululand, South Africa. 2002.
- CALIL, P.; BORZONE, C.A. Population structure and reproductive biology of *Metamysidopsis neritica* (Crustacea: Mysidacea) in a sand beach in South Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n.3, p.403-412, 2008.
- CALLIARI, L.J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F.G.; TOLDO, E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Rev. Bras. Oceanogr.**, v.51, p.63-78, 2003.
- CAMPBELL, E.E.; BATE, G.C. Ground water in the Alexandria dune field and its potential influence on the adjacent surf-zone. **Water AS**, v.17, n.2, p.155-160, 1991a.
- CAMPBELL, E.E.; BATE, G.C. The Flora of the Sandy Beaches of Southern Africa. III. The South Coast Microflora. **Institute for Coastal Research Report**, n.26, p.129, 1991b.
- CAMPBELL, E.E.; BATE, G.C. Physical features of the South African coastline related to the occurrence of surf diatom accumulations. **Botanica Marina**, v.40, p.179-185, 1997.
- 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.
- CARCEDO, C.; FIORI, S.; BREMEC, C. Macrobenthic surf zone communities of temperate sandy beaches: spatial and temporal patterns. **Marine Ecology Progress Series**, p.1-11, 2014.
- CARTER, R.W.G. **Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines**. London: Academic Press, 1988.
- 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.
- CLARK, B.M.; BENNETT, B.A.; LAMBERTH, S.J. Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, v.131, p.35-47, 1996a.
- CLARK, B.M.; BENNETT, B.A.; LAMBERTH, S.J. Factors affecting spatial variability in seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, v.131, p.17-34, 1996b.
- CLARK, B.M. Variation in surf-zone fish community structure across a wave exposure gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44, p. 659-674, 1997.
- CLUTTER, R.J. Zonation of nearshore mysids. **Ecology**, v.48, p.200-208, 1967.

- COCKCROFT, A.C.; McLACHLAN, A. Distribution of juvenile and adult penaeid prawns *Macropetasma africanus* (Balss) in Algoa Bay. S. Afr. **Journal of Marine Science**, v.4, p.245-255, 1986.
- COCKCROFT, A.C.; WEBB, P.; WOOLDRIDGE, T. Nitrogen regeneration by two surf-zone mysids, *Mesopodopsis slabberi* and *Gastrosaccus psammodytes* **Marine Biology**, v.99, p.75-82, 1988.
- COLMAN, J.S.; SEGROVE, F. The tidal plankton over Stoupe Beck sands, Robin Hood's bay (Yorkshire, North Riding). **Journal of Animal Ecology**, v.24, p.445-462, 1955.
- CONTI, J.B.; FURLAN, S.A. Geoeologia: o clima, os solos, e a biota. In: ROSS, J.L.S. (Ed.) **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2011. p.67-208.
- 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.
- COSTA, D.; LEITE, N.R.; ABREU, R.; FERNADES, A.; FERNANDES, G.; BARROS, R. Distribuição, ocorrência e composição do zooplâncton na Praia de Ajuruteua, Bragança-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2014, Itajaí-SC. **Anais de Resumos**. Associação Brasileira de Oceanografia, 2014a. p.1110-1111.
- COSTA, D.; LEITE, N.R.; ABREU, R.; FERNADES, A.; FERNANDES, G.; BARROS, R. Distribuição, ocorrência e composição de copepodas na Praia de Ajuruteua, Bragança-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2014, Itajaí-SC. **Anais de Resumos**. Associação Brasileira de Oceanografia, 2014b. p.1112-1113.
- CRAWLEY, K.R.; HYNDES, G.A.; AYVAZIAN, S.G. Influence of different volumes and types of detached macrophytes on fish community structure in surf zones of sandy beaches. **Marine Ecology Progress Series**, v.307, p.233-246, 2006.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. **An Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. England: Cambridge University Press, 2010.
- DAVIS, R.A.; HAYES, M.O. What is a wave-dominated coast? **Marine Geology**, v.60, p.313-329, 1984.
- DEFEO, O.; MCLACHLAN, A.; SCHOEMAN, D.S.; SCHLACHER, T.A.; DUGAN, J.; JONES, A.; LASTRA, M.; SCAPINI, F. Threats to sandy beach ecosystems: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.81, p.1-12, 2009.
- DELANCEY, L. The summer zooplankton of the surf zone at folly beach, South Carolina. **Journal of Coastal Research**, v.3, p.211-217, 1987.
- DEXTER, D.M. Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna of four sandy beaches in South-eastern New South Wales. **Australian Journal of Marine & Freshwater Research**, v. 34, p. 663-672, 1984.
- DOMINGUEZ-GRANDA, L.; FOCKEDEY, N.; DE-MEY, M.; BEYST, B.; CORNEJO, M.; CALDERON, J.; VINCX, M. Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). **Hydrobiologia**, v.529, p.205-224, 2004.
- DYE, A.H.; MCLACHLAN, A.; WOOLDRIDGE, T. The ecology of sandy beaches in Natal. **South African Journal of Zoology**, v. 16, n.4, p. 200-209, 1981.
- ECHER, M.P.; MARTINS, F.R; PEREIRA, E.B. A Importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: metodologias para aquisição de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 341-352, 2006.
- ESNAL, G.B. Appendicularia. In: BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. (Ed.). Leinden,

- The Netherlands: Backhuys Publishers, 1999. v.1, p.1375-1399.
- FARINACCIO, A. **Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas**. 2008. 229f. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geologia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008
- FAUCHALD, K.; JUMARS, P. The diet of worms: a study of polychaeta feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology, An Annual Review**, v.17, p.193-284, 1979.
- FAVERO, J.M.; DIAS, J.F. Spatio-temporal variation in surf zone fish communities at Ilha do Cardoso State Park, São Paulo, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 2, p. 239-253, 2013.
- FAVERO, J. M.; DIAS, J. F. Juvenile fish use of the shallow zone of beaches of the Cananéia-Iguape coastal system, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.63, n.2, p.103-114, 2015.
- FELIPE, F.P. **Variação nictemeral de misídeos (Crustacea, Peracarida) na zona de arrebenção da Praia de Pontal do Sul – PR**. 2010. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2010.
- FERREIRA, L.C. **O fitoplâncton na zona de arrebenção de praias urbanas da região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil**. 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco 2007.
- FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sed. Petrol.**, v.27, n.1, p.3-26, 1957.
- FONTES, R. **As Correntes no Canal de São Sebastião**. 1995. 159f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.
- FONTES, R. **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).
- FONZAR, B.C. A circulação atmosférica na América do Sul: os grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente (localização e trajetórias). **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, v.11, p.11-33, 1994.
- FRAZÃO, M.A.D. **Surf zone zooplankton communities spatial patterns on rocky and sandy beaches of the Portuguese coast**. 2015. 50f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal. 2015.
- FRIES, B.G.; BJÖRNBERG, T.K.S. Aspectos sobre a biologia e ecologia dos misidáceos de São Sebastião, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MARINHA, 11, São Sebastião, 1996.
- FÚLFARO, V.J.; COIMBRA, A.M. As praias do litoral paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XXVI, SBG, Belém. Resumos de Comunicações. Belém, 1972. p. 253-255.
- FÚLFARO, V.J.; PONÇANO, W.L. Recent tectonic features in the Serra do Mar region, and its importance to engineering geology. In: I.A. E. G. CONGRESS, II, 1974, São Paulo. Proceedings, São Paulo. v. I, p. II-7.1 a II-7.5.
- FÚLFARO, V.J.; SUGUIO, K. A gênese das planícies costeiras paulistas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre-RS, Anais, Porto Alegre - RS, 1974. p.37-42.

- FÚLFARO, V.J.; SUGUIO, K.; PONÇANO, W.L. A Gênese das Planícies Costeiras Paulistas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974. Porto Alegre- Anais. Porto Alegre: SBG, v. 3, p. 37-42.
- FURTADO, V.V.; MAHIQUES, M.M. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, Águas de Lindóia. Publi. AC. Ciênc. Est. S. Paulo v.71, n.1, p.20-29.
- GAELZER, L.R.; ZALMON, I.R. The influence of wave gradient on the ichthyofauna of southeastern Brazil: focusing the community structure in surf zone. **Journal of Coastal Research**, v.35, p.456-462, 2003.
- GIANNINI, R.; PAIVA-FILHO, A.M. Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Ocean.**, v.43, p.141-152, 1995.
- GIANUCA, N. M. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy Beaches as Ecosystems**. (1th ed.). The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.413-420.
- GIBSON, R.N.; ANSELL, AD.; ROBB, L. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. **Marine Ecology Progress Series**, v.98, p.89-105, 1993.
- GODEFROID, R.S.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H.L. Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach, Paraná. **Ver Bras Zool**, v.15, p.697-701, 1998.
- GODEFROID, R.S.; SPACH, H.L.; MACLAREN, G.; SCHWAIJZ JR., R. Mudanças temporais na abundância da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v.94, p.95-104, 2004.
- GUEDES, C.C.F. **Evolução Sedimentar Quaternária da Ilha Comprida, Estado de São Paulo**. 2009. 147f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.
- GUERRA, A.J.; GUERRA, A.J.T. Dicionário geológico-geomorfológico. 5ª.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005.
- HAMERLYNCK, O.; MEES, J. Temporal and spatial structure in the hyperbenthic community of a shallow coastal area and its relation to environmental variables. **Oceanologica Acta** (Special Volume), v.11, p. 205-212, 1991.
- HANEY, J.F.; HALL, D.J. Sugar-coated Daphnia: A preservation technique for Cladocera. **Limnology and Oceanography**, v.18, p.331-333, 1973.
- HARARI, J.; CAMARGO, R. Estimation of the volume transport by the tides in the Southeastern Brazilian Platform through a hydrodynamical numerical model. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, Águas de Lindóia – SP. v.1, p.75-83.
- HARARI, J.; FRANÇA, C.A.S.; CAMARGO, R. Climatology and Hydrography of Santos Estuary. In: NEVES, R; BARETTA, J.; MATEUS, M. (Orgs.). **Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America**. Portugal: IST Press, 2008. p.147-160.
- HARRIS, S.A. **Larval fish assemblages of selected estuarine and coastal systems in KwaZulu-Natal, South Africa**. 1996. 241p. Ph.D. Thesis (Doutorado em Filosofia) – Departamento de Zoologia, University of Zululand, South Africa. 1996.

- HARRIS, S.A.; CYRUS, D.P. Larval and juvenile fishes in the surf zone adjacent to the St. Lucia Estuary Mouth, Kwazulu-Natal, South Africa. **Marine and Freshwater Research**, v.47, p. 465-482, 1996.
- HEARD, R.W.; PRICE, W.W.; KNOTT, D.M.; KING, R.A.; ALLEN, D.M. **Taxonomic Guide of the Mysids of the South Atlantic Bight**. (Ed.) NOAA Professional Paper NMFS 4. US Department of Commerce, 2006. p. 1-37.
- HEWSON, I.; O'NEIL, J.M.; ABAL, E. A low-latitude bloom of the surf-zone diatom, *Anaulus australis* (Centrales, Bacillariophyta) on the coast of Southern Queensland (Australia). **Journal of Plankton Research**, v.23, p. 1233-1236, 2001.
- HOEFEL, F.G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. (Ed.) Univali, Itajaí, 1998. p.92.
- HUYS, R.; BOXSHALL, G.A. **Copepod evolution**. London: The Ray Society, 1991. v.159, p.468.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos morros de Santos e São Vicente**. São Paulo (Relatório n. 11.599). 1981.
- JOHNSON W.S.; ALLEN D.M. **Zooplankton of the Atlantic and gulf coasts: a guide to their identification and ecology**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2005. p.379.
- KAHN, A.E.; CAHOON, L.B. Phytoplankton productivity and protophysiology in the surf zone of Sandy beaches in North Carolina, USA. **Estuaries and Coasts**, v. 35, p.1393-1400, 2012.
- KOMAR, P.D. **Handbook of coastal processes and erosion** (4th ed.). CRC Press, p.297, 1991.
- KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. New York: Harper- Collins Publishers, 1989. p.654.
- KURTZ, F.W. **Dinâmica larval de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Teleostei, Clupeidae) na Região Sudeste do Brasil e implicações no recrutamento**. 1999. 169f. Tese (Doutorado em Ciências, Área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.
- LAMPARELI, C. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ CETESB. p.108, 1998.
- LASIAK, T.A. Nursey grounds of juvenile teleosts: evidence from the surf-zone of King's Beach, Port Elizabeth. **African Journal of Marine Science**, v.77, p.388-390, 1981.
- LASIAK, T.A. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: short-term fluctuations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.18, n.3, p.374-360, 1984.
- LASIAK, T.A. Juveniles, food and the surf zone habitat implications for teleost nursery areas. **South African Journal of Zoology**, v.21, n.1, p.51-56, 1986.
- LASIAK, T.; McLACHLAN, A. Opportunistic Utilization of Mysid Shoal by Surf-zone Teleosts. **Marine Ecology Progress Series**, v.37, p.1-7, 1987.
- LAYMAN, C.A. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.51, n.2, p.201-213, 2000.
- LENZ, J. Introduction. In: HARRIS, R.P.; WIEBE, P.H.; LENZ, J.; SKJOLDAL, H.R., HUNTLEY, M. (Ed.), **Zooplankton Methodology Manual**. Amsterdam: Elsevier, 2005. p.1-32.
- LEVINTON, J.S. **Marine Ecology**. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs. 1982. p.526.
- LEWIN, J.; SCHAEFER, C.T. The role of phytoplankton in surf ecosystems. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy Beaches as Ecosystems**. (1th ed.). The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.381-390.

- LIANG, T.H.; VEGA-PEREZ, L.A. Studies on Chaetognaths off Ubatuba Region, Brazil. I. Distribution and abundance. **Bolm Inst. oceanogr.**, S. Paulo, v.42, n.1-2, p.73-84, 1994.
- LIPPMANN, T.C.; HOLMAN, R.A. The spatial and temporal variability of sand bar morphology. **Journal of Geophysical Research**, v.95, n.7, p.1575-11590, 1990.
- LOCK, K.; BEYST, B.; MEES, J. Circadiel patterns in the tidal plankton of a sandy beach in Zeebrugge (Belgium). **Belgian Journal of Zoology**, v.129, p.339-352, 1999.
- LOCK, K.; MEES, J.; VINCX, M.; GOETHALS, P.L.M. Did global warming and alien invasions affect surf zone hyperbenthic communities on sandy beaches in Belgium?. **Hydrobiologia**, v.664, p.173-181. 2011.
- LOPES, R.M.; ALMEIDA PRADO-POR, M.S.; POR, F.D. Zooplankton seasonality in the Rio Verde estuary (Juréia, São Paulo, Brazil). **Revista de Hidrobiologia Tropical**, v. 19, p.207-214, 1986.
- LOPES, R.M.; MONTÚ, M.A.; GORRI, C.; MUXAGATA, E.; MIYASHITA, L.; OLIVEIRA, L.P. O zooplâncton marinho da região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; MADUREIRA, L.S. **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil** (Ed.). São Paulo: EDUSP, 2006. p.265-358.
- LOPES, R.M. Marine zooplankton studies in Brazil: A brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.79, n.3, p.369-379, 2007.
- 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. Mean Lagrangian flow behavior on an open coast rip-channeled beaches: new perspectives. **Marine Geology**, v.268, p.1-15, 2009.
- MACNEIL, C.; DICK, J.T.A.; ELWOOD, R.W. The dynamics of predation on *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda). **Biol Rev**, v.74, p.375-395, 1999.
- MARAZZO, A.; NOGUEIRA, C.S.R. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. **Journal of Plankton Research**, v.18, n.12, p.2367-2376, 1996.
- MARIANI, S. Can spatial distribution of ichthyofauna describe marine influence on coastal lagoons? A central Mediterranean case study. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.52, p.261-267, 2001.
- MARIN JARRIN, J.R.; SHANKS, A.L. Spatio-temporal dynamics of the surf-zone faunal assemblages at a Southern Oregon sandy beach. **Marine Ecology**, v.32, p.232-242, 2010.
- MARIN JARRIN, J.R.; MIÑO QUEZADA, S.L.; DOMINGUEZ-GRANDA, L.E.; ARGUDO, S.M.G.; GRUNAUER, M.P.C.R. Spatio-temporal variability of the surf-zone fauna of two Ecuadorian sandy beaches. **Marine and Freshwater Research**, v.67, p.566-577, 2016.
- MARTINELLI FILHO, J. E. **Variação temporal e crescimento do zooplâncton no litoral norte de São Paulo, com ênfase em estágios imaturos de copépodes**. 2013. 261f. Tese (Doutorado em Ciências, Área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.
- MATOS, J.B.; SILVA, N.I.S.; PEREIRA, L.C.C.; COSTA, R.M. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebentação de uma praia amazônica. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.4, p.979-990, 2012.
- MAUCHLINE, J. The biology of mysids and euphausiids. **Advances in Marine Biology**, p.681, 1980.
- MCKENNEY, C.L. Resistance patterns to salinity and temperature in an estuarine mysid (*Mysidopsis bahia*) in relation to its life cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A. Physiology**, v.109, n.1, p. 199-208, 1994.

- McLACHLAN, A. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple system. **South African Journal of Science**, v.76, p.137-138, 1980.
- McLACHLAN, A.; ERASMUS, T.; VAN-DER HORST, G.; ROSSOUW, G.; LASIAK, T.A.; McGMYNNE, L. Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.13, p.11-25, 1981.
- McLACHLAN, A.; HESP, P. Faunal response to morphology and water circulation of a sandy beach with cusps. **Marine Ecology**, v.19, p. 133-144, 1984.
- McLACHLAN, A. Sandy beach ecology: A review. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy Beaches as Ecosystems**. (1th ed.). The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.321-380.
- McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (1th ed.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.756.
- McLACHLAN A. Dissipative Beaches and Macrofauna Communities on Exposed Intertidal Sands. **Journal of Coastal Research**, v.6, n.1, p.57-71, 1990.
- McLACHLAN, A.; ROMER, G. Trophic Relationships in a High Energy Beach and Surf-zone Ecosystem. In: BARNES, M.; GIBSON, R. (Ed.). **Trophic relations in the marine environment**. Aberdeen: Univ. Press.1990. p.365.
- McLACHLAN, A.; DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal Coastal Research**, v.21, n.4, p.674-687, 2005.
- McLACHLAN, A.; BROWN, A. **The Ecology of Sandy Shores**. (2th ed.) Academic Press. 2006.
- MEES, J.; JONES, M.B. The Hyperbenthos. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v.35, p.221-255, 1997.
- MELO, M.S.; PONÇANO, W.L. Gênese distribuição e estratigrafia dos depósitos Cenozóicos do Estado de São Paulo. **São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. v.9, p.1-21 (Série Monografias), 1983.
- MELO, P.A.M.C.; SILVA, T.A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L.M.O.; PORTO-NETO, F. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, v.6, p.530-541, 2010.
- MENEZES, M.P. **Reconstrução da dinâmica sedimentar costeira da Estação Ecológica e Juréia-Itatins (SP) e sua correlação com a atividade humana local**. 1994. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – PROCAM, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.
- MESQUITA, A.R. 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.
- METHVEN, D.A.; HAEDRICH, R.L.; ROSE, G.A. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly and annual variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.52, p. 669-687, 2001.
- MILLER, C.B. **Biological Oceanography**. Malden: Blackwell Science, 2004. p.402.
- MIYASHITA, L.K.; GAETA, S.A.; LOPES, R.M. Life cycle and reproductive traits of marine podonids (Cladocera, Onychopoda) in a coastal subtropical area. **Journal of Plankton Research**, v.33, n.5, p.779-792, 2011.
- MIYASHITA, L.K.; POMPEU, M.; GAETA, S.A.; LOPES, R.M. Seasonal contrasts in abundance and reproductive parameters of *Penilia avirostris* (Cladocera, Ctenopoda) in a coastal subtropical area. **Marine Biology**, v.157, p.2511-2519, 2010.

- MODDE, T. Growth and residency of juvenile fishes within a surf zone habitat in the gulf of México. **Gulf Res. Rep.**, v.6, n.4, p.377-385, 1980.
- MONTEIRO, C.A.F. 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.; MUSICK, J.A. Effects of beach seine size on the assessment of surf-zone fish communities. **Atlantica**, v.16, p. 23-29, 1994.
- MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, L.P.R.; MUSICK, J.A. Community structure of surf-zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v.35, p.492-501, 2003.
- MORAN, S. Ecology of distribution of the sand-dwelling mysid, *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden 1961) along the Mediterranean sandy shore of Israel. **Crustraceana Supplement**, v.3, p.357-361, 1972.
- MOURA, M.R. **Dinâmica costeira e vulnerabilidade à erosão do litoral dos Municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará. 2012.** 210f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2012.
- MUEHE, D. 1994. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs) Geomorfologia: Uma atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A. 1994.
- NEWELL, G.E.; NEWELL, R.C. Marine Plankton: a practical guia. London: Hutchinson, 1963. p. 221.
- NIBAKKEN, J.W. Marine Biology: an ecological approach (3th Ed.). New York: Harper Colling College Publishers, 1993. p.462.
- NIELSEN T. G., MUNK P. Zooplankton diversity and the predatory impact by larval and small juvenile fish at the Fisher Banks in the North Sea. **Journal of Plankton Research**, v.20, p.2313-2332, 1998.
- NIMER, E.. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. (2 Ed.), 1979, p. 421.
- NITTROUER, C.A.; WRIGHT, L.D. Transport of particles across continental shelves. **Geophysical Research**, v.32, n.1, p.85-113, 1994.
- OMORI, M. & IKEDA, T. Methods in marine zooplankton ecology. New York: John Wiley. 1984. p.332
- PAIVA-FILHO, A.M. & TOSCANO, A.P. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá e Mar Pequeno-São Vicente, SP. **Bol. Inst. Ocean.**, v.35, p.153-165, 1987.
- PARSONS, T.R.; TAKAHASHI, M.; HARGRAVE, B. Biological oceanographic processes (3th Ed.). Pergamon Press, Oxford. 1984. p.332
- PAULA, J.; PINTO, I.; GAUMBE, I.; MONTEIRO, S.; GOVE, D.; GUERREIRO. J. Seasonal cycle of planktonic communities at Inhaca Island, southern Mozambique. **Journal of Plankton Research**, v.20, n.11, p.2165-2178, 1998.
- 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.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.A.; GOMES, I.D. Variações espaciais e temporais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, RJ. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, SÃO CARLOS. Anais de Resumos. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1999. p.671.

- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; GOMES, I.D. Variações temporais e espaciais da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.17, p.251–261, 2000.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two Sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.57, p.817-828, 2003.
- PESSANHA, A.L.M., ARAÚJO, F.G., AZEVEDO, M.C.C. & GOMES, I.D. 2003. Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. **Marine Biology**, v.143, p.1047-1055, 2003.
- PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. New York: Jon Wiley & Sons, 1977. p. 385.
- PINHEIRO, S.C.C.; LEITE, N.R.; COSTA, V.B.; COSTA, K.G.; PEREIRA, L.C.C.; COSTA, R.M. Spatial-temporal influence of hydrological variables on the diversity and abundance of copepods on an equatorial macrotidal beach in the Brazilian Amazon region. **Journal of Coastal Research**, v.64, p. 425-429, 2011.
- PONÇANO, W.L. Características Gerais de Sedimentação e Correntes Costeiras entre Santos e Cananéia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v.16, n.31, p.107-111, 1976.
- POTTER, I.C.; BIRD, D.J.; CLARIDGE, P.N.; CLARKE, K.R.; HYNDLES, G.A.; NEWTON, L.C. Fish fauna of the Severn Estuary. Are there longterm changes in abundance and species composition and are the recruitment patterns of the main species correlated? **Marine Ecology Progress Series**, v.258, p.15-37, 2001.
- PREFEITURA DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE. Disponível em: <http://www.praia grande.sp.gov.br/Atendimento/index-.asp?cd_pagina=75>. Acesso em: 23 jul. 2015.
- RAYMONT, T.E. Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton. Oxford, Pergamon Press. v.2. 1983.
- RESGALLA, J.R.C. 2001. Estudo de impacto ambiental sobre a comunidade do Zooplâncton na enseada do saco dos limões, baía sul da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, v.23, p.5-16, 2001.
- RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1996. p.470.
- RODRIGUES, M.; FURTADO, V.V.; TESSLER, M.G.; E MAHIQUES, M.M. **Atlas sedimentológico da plataforma continental do Estado de São Paulo: texto explicativo e mapas**. São Paulo: IOUSP. 2003. p 34.
- ROLIM, G.S., CAMARGO, M.P.B.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. – **Bragantia**, v.4, p.711–720, 2007.
- ROMER, G.S. Faunal assemblages and food chains associated with surf zone phytoplankton blooms. University of Port Bizabeth: M.Se. thesis, 1986. p.194.
- ROMER, G.S. Surf zone fish community and species response to wave energy gradient. **J. Fish Biol.**, v.36, p. 279-287, 1990.
- RÖRIG, L.R.; RESGALLA JR, C.; PEZZUTO, P.R.; ALVES, E.S.; MORELLI, F. Análise ecológica de um processo de acumulação da diatomácea *Anaulus* sp. na zona de arrebentação da praia de Navegantes (Santa Catarina, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, n.3, p.29-43, 1997.
- ROSSOUW, G.J. The importance of non-teleost fishes in the surf zone with special reference to *Rhinobatos annulatus*. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy Beaches as Ecosystems**. (1th ed.). The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.749-749.

- RUPLE, D.L. Occurrence of larval fishes in the surf zone of a Northern Gulf of Mexico Barrier Island. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.18, p.191-208, 1984.
- SAN VICENTE, C.; SORBE, J.C. Biologie du mysidacé suprabenthique *Schistomysis parkeri* Norman, 1892 dans la zone sud du Golfe de Gascogne (Plage d'Hendaye). **Crustaceana**, v.65, p.222-252, 1993.
- SANT'ANNA NETO, J.L. 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, 1994.
- SANT'ANNA, E.M.E.; BJÖNBERG, T.K.S. Seasonal dynamics of mesozooplankton in Brazilian coastal waters. **Hydrobiologia**, v.563, p.253-268, 2006.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Parque Estadual Xixová-Japuí – Plano de Manejo – Fase 1 – Consolidação de dados e diretrizes preliminares. São Paulo: Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental; Instituto Florestal; Instituto de Botânica; CEPEL-UNESP, 1997. p.74 (Série Documentos Ambientais).
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. 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, 2010. p.544 (Série Documentos Ambientais).
- SATYAMURTY, P.; NOBRE, C.A.; SILVA DIAS, P.L. Meteorology of the tropics: South America. In: KAROLY, D.J.; VICENT, D.G. (Ed.). **Meteorological Monographs**. 1998. v.27, n.49, p.119-139.
- SHANKS, A.L.; MORGAN, S.G.; MACMAHAN, J.; RENIERS, A.H.M. 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, 2010.
- SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **The Bell System Tech J.**, v.27, p.379-423, 1948.
- SHORT, A.D. Sediments and structures in beach-nearshore environments, south east Africa. In McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy beaches as ecosystems**. (1th ed.) The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983.p.145-155.
- SHORT, A.D. (Ed.). **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**, Chichester: Wiley publishing chichester, 1999.
- SIEBURTH, J. McN.; SMETACEK, V.; LENZ, J. (1978). Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. **Limnology and Oceanography**, v.23, n.6, p.1256-1263, 1978
- SILVA, M.; ARAÚJO, F.G.; COSTA DE AZEVEDO, M.C.; DE SOUSA SANTOS, J.N. The nursery function of sandy beaches in a Brazilian tropical bay for group anchovies (Teleostei: Engraulidae): diel, seasonal and spatial pattern. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.84, p.229-1232, 2004.
- SMITH, D.L.; JOHNSON, K.B. (2 th ed.). **A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae..** Iowa: Kendall/Hunt Publishing Co., 1996. p. 221.
- SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. Coastal erosion and beach morphodynamics along the state of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.68, p. 405-424, 1996.

- SOUZA, C.R. de G. **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. Coastal erosion risk assessment, shoreline retreat rates and causes of coastal erosion along the state of São Paulo coast, Brazil. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.28, n. 2, p.459-474, 2001.
- SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo state plan for coastal management. **Journal of Coastal Research**, v.35, p.530-592, 2003.
- SOUZA, C.R. de G. 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, 2012.
- SOUZA, T.A.; CUNHA, C.M.L. A importância do enriquecimento da drenagem para a análise morfométrica em áreas de planície litorânea – o caso do Município de Praia Grande (SP). In: SEMINÁRIO DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNESP RIO CLARO, 2009. **Anais...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista. p.1739-1753.
- SOUZA, T.A.; CUNHA, C.M.L.A. Análise dos atributos físico-ambientais do Município de Praia Grande. **Sp. Soc. & Nat.**, Uberlândia, ano 24, n. 2, p.303-318, 2012.
- STRAUB, L.M.; SALVADOR, B.; BERSANO, J.G. Variação temporal da biodiversidade, abundância e produção secundária do zooplâncton em Pontal do Sul, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2014, Itajaí-SC. **Anais de Resumos**. Associação Brasileira de Oceanografia, 2014. p. 1102-1103.
- STUCK, K.C.; PERRY, H.M.; HEARD, R.W. Records and range extensions of Mysidacea from coastal and shelf waters of the eastern Gulf of Mexico. **Gulf Research Reports**, n. 6, p. 239-248, 1979.
- 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.; PETRI, S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo, Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. **Bol. IG-USP**, v.4, p.1-20, 1973.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Mapa geológico: Folha Santos**. São Paulo: DAEE/USP/FAPESP, 1978. Escala 1:100.000.
- SUGUIO, K. (Ed.). **Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.
- SUTHERS, I.M.; RISSIK, D. (Ed.). **Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality**. Australia: Csiro Publishing, 2009.
- TAKAHASHI, K.; KAWAGUCHI, K. Diel and tidal migrations of the sand-burrowing mysids, *Archaeomysis kokuboi*, *A. japonica* and *Liella ohshimai*, in Otsuchi Bay, northeastern Japan, **Marine Ecology Progress Series**, v.148, p.95-107, 1997.
- TAKAHASHI, K.; KAWAGUCHI, D. Diet and feeding rhythm of the sand-burrowing mysids *Archaeomysis kokuboi* and *A. japonica* in Otsuchi Bay, northeastern Japan. **Marine Ecology Progress Series**, v.162, p.191-199, 1998.
- TAKAHASHI, K.; HIROSE, T.; KAWAGUCHI, K. The importance of intertidal sand-burrowing peracarid crustaceans as prey for fish in the surf-zone of a sandy beach in Otsuchi Bay, northeastern Japan. **Fish Sci**, v.65, p.856-864, 1999.

- TESSLER, M. G. **Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista**. 1988. 276f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1988.
- TESSLER, M.G.; MAHIQUES, M.M. Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinho. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**. (1 Ed.). São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.264-286.
- TESSLER, M.G.; GOYA, S.C.; YOSHIKAWA, P.S.; HURTADO, S.N. 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.
- TOMMASI, L.R. 1979. **Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos, São Paulo**. 1979. v.2. Dissertação (Livre-Docência) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1979.
- VASCONCELLOS, R.M.; SANTOS, J.N.S.; SILVA, M.A.; ARAÚJO, F.G. Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do Município do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotrop**. v.7, n.1, p.93-100, 2007.
- VAZZOLER, A.E.M. **Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: teoria e prática**. Maringá:EDUEM, 1996.
- VEGA-PÉREZ, L.A. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Publicação especial do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, v.10, p.65-84, 1993.
- VILANO, W.F. **Aspectos Biogeográficos e Paleogeográficos de Costões Rochosos de Ubatuba - São Paulo**. 2013. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Geografia Física da Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.
- WAINER, I.; TASCHETTO, A.S. Climatologia na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), diagnóstico para períodos relativos aos levantamentos pesqueiros do programa REVIZEE. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; MADUREIRA, L.A.P. **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP. 2006. p. 121-160.
- WARMAN, C.G.; O'HARE, T.J.; NAYJOR, E. Vertical swimming in wave-induced currents as a control mechanism of intertidal migration by sand-beach isopod. **Marine Biology**, v.111, p.49-54, 1991.
- WATKIN, E.E. Observations on the night tidal migrant Crustacea of Kames Bay. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.25, p.81-96, 1941.
- WATT-PRINGLE, P.; STRYDOM, N.A. Habitat use by larval fishes in a temperate South African surf zone. **Estuar. coast. Shelf Sci.**, v.58, p.765-774, 2003.
- WEBB, P.; WOOLDRIDGE, T.H. *Feeding of Mesopodopsis slabben (Crustacea, Mysidacea) on naturally occurring phytoplankton*. **Marine Ecology Progress**, v.38, p.15-123, 1987.
- WEBB, P.; WOOLDRIDGE, T.H. Diel horizontal migration of *Mesopodopsis slabberi* (Crustacea: Mysidacea) in Algoa Bay, southern Africa. **Marine Ecology Progress Series**, v.62, p.73-77, 1990.
- WHITFIELD, J.L.B. Ichthyoplankton in a Southern African Surf Zone: Nursery Area for the Postlarvae of Estuarine Associated Fish Species?. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.29, p.533-547, 1989.
- WOOLDRIDGE, T.H. Zonation and distribution of the beach mysid, *Gastrosaccus psammodytes* (Crustacea: Mysidacea). **Journal of Zoology**, Londres, v.193, p.183-189, 1981.

- WOOLDRIDGE, T.H. Ecology of beach and surf zone mysid shrimps in the eastern Cape, South Africa. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy Beaches as Ecosystems**. (1th ed.). The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p.449-460.
- WOOLDRIDGE, T.H. The spatial and temporal distribution of mysid shrimps and phytoplankton accumulations in a high energy surfzone. **Vie et Milieu Life and Environment**, v.39, p.127-33., 1989.
- WRIGHT, L.D.; GUZA, R.T.; SHORT, A.D. Dynamics of a high energy dissipative surf zone. **Marine Geology**, v.45, n.1-2, p.41-62, 1982.
- WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. Morphodynamic the beaches and surf zones in Australia. In: KOMAR, P.D. (Ed.). **Handbook of costal processes and erosion**. Florida, EUA: CRC Press, 1983. p.35-64.
- WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, v.56, p.93-118, 1984.
- YU, O.H.; SUH, H.L.; SHIRAYAMA, Y. Feeding ecology of three amphipod species *Synchelidium lenorostralum*, *S. trioostegitum* and *Gitanopsis japonica* in the surf zone of a sandy shore. **Marine Ecology Progress Series**, v.258, p.189-199, 2003.

Anexo 1: Estudos sobre zooplâncton da zona de arrebentação realizados ao longo da costa brasileira (* Resumos de congresso; ** Monografia-Graduação; *** Dissertação-Mestrado; **** Tese-Doutorado; Δ Artigos publicados). Fonte: Modificado da base cartográfica IBGE.

Autor		Fauna Estudada	Ênfase	Objetivo	Local	Período de Amostragem
Bersano, 1994	***	Fauna zooplanctônica	-	Análise da composição e variação temporal do zooplâncton	Praia do Cassino (RS)	Primavera/ 1990 e Verão/1991
Bersano <i>et al.</i> , 1995	*	Crustacea: Mysidacea	-	Análise da composição e variação temporal de misidáceos	Praia do Cassino (RS)	Primavera/ 1990 e Verão/1991
Bersano <i>et al.</i> , 1997		Fauna zooplanctônica	-	-	Praia do Cassino (RS)	-
Gomri, 2006	****	Crustacea: Copepoda	-	Análise da composição e variação temporal de copépodos	Praia do Cassino (RS)	-
Borzone <i>et al.</i> , 2007	Δ	Crustacea: Mysidacea	-	Análise temporal da composição, abundância e distribuição de misidáceos no substrato	Praia de Pontal do Sul (PR)	Mensal (Março/2001)
Calil & Borzone, 2008	Δ	Crustacea: Mysidacea	<i>Metamysidopsis neritica</i>	Análise das características populacionais e biologia reprodutiva da espécie	Praia de Pontal do Sul (PR)	Mensal (Agosto/1999 a Julho/2000)
Avila <i>et al.</i> , 2009	Δ	Fauna zooplanctônica	Crustacea: Copepoda	Análise temporal da composição, abundância, diversidade e biomassa da fauna zooplanctônica	Praia de Tramandai (RS)	Quinzenal (Agosto/ 2005 a Agosto/ 2006)
Felipe & Bersano, 2010	*	Crustacea: Mysidacea	-	Análise nictimeral da composição, abundância e distribuição de misidáceos no plâncton e no substrato	Praia de Pontal do Sul (PR)	Mensal (Março e Outubro/2010)
Felipe, 2010	**					
Resgalla, 2010	Δ	Chaetognatha	<i>Sagitta friderici</i>	Reconhecimento de parâmetros populacionais da espécie e comparação com populações de outras regiões	Praia do Cassino (RS)	Quinzenal (Outubro/1990 a Abril/1992)
Costa <i>et al.</i> , 2011	Δ	Fauna zooplanctônica	-	Análise da composição e variação sazonal do zooplâncton e sua relação variáveis abióticas	Praia de Ajuruteua/PA	Bimensal (Fevereiro a Dezembro/2008)
Grassi <i>et al.</i> , 2011	*	Crustacea: Copepoda	-	Análise da variação temporal de copépodos	Praia de Pontal do Sul (PR)	-
Pinheiro <i>et al.</i> , 2011	Δ	Crustacea: Copepoda	-	Análise da composição e variação temporal de copépodos	Praia de Ajuruteua/PA	Mensal (Agosto/2004 a Julho/2005)
Costa <i>et al.</i> , 2014a	*	Fauna zooplanctônica	-	Análise da composição e variação sazonal do zooplâncton e sua relação variáveis abióticas	Praia de Ajuruteua/PA	Bimensal (Dezembro/2011 a Outubro/2012)
Costa <i>et al.</i> , 2014b	*	Crustacea: Copepoda	-	Análise da composição e variação sazonal de copépodos e sua relação variáveis abióticas	Praia de Ajuruteua/PA	Bimensal (Dezembro/2011 a Outubro/2012)
Straub <i>et al.</i> 2014	*	Fauna zooplanctônica	Crustacea: Copepoda	Avaliar as variações temporais de diversidade e abundância do zooplâncton	Praia de Pontal do Sul (PR)	Quinzenal (Março/ 2012 a Março/ 2013)

Anexo 2: Abundância mensal, no período diurno e noturno, dos táxons presentes na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, capturados ao longo de dois anos amostrais. **Est.** = Estágio de vida; Ad. = Adulto; Juv. = Juvenil; La. = Larval; Pl. = Pós-larva; Meg. = Megalopa; Nau. = Náuplio; **Cla.** = Classificação segundo a frequência de captura: R = Residente; M = Migratório; E = Esporádico; M/E = Migratório ou Esporádico; **Abundância:** *: 0,1 – 5 org. m⁻³; **: 5,1 – 20 org. m⁻³; ***: 20,1 – 100 org. m⁻³; ****: 100,1 – 500 org. m⁻³; *****: 500,1 – 1.000 org. m⁻³; Δ: 1.000,1 – 5.000 org. m⁻³; ΔΔ: 5.000,1 – 10.000 org. m⁻³; ΔΔΔ: 10.000,1 – 30.000 org. m⁻³; ΔΔΔΔ: 30.000,1 – 60.000 org. m⁻³.

Táxon	Est.	1º Ano												2º Ano												Clas.
		Jun'13		Ago'13		Out'13		Dez'13		Fev'14		Abr'14		Jun'14		Ago'14		Out'14		Dez'14		Fev'15		Abr'15		
		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
Tintinnina							**		*											*						M/E
Foraminifera																										
Globigerinidae																										
<i>Globigerinoides ruber</i>	Ad					*	*	*	*	*	***			**	*	*		*	*	*	*	**	*	***	*	R
<i>Globigerina bulloides</i>	Ad							*	*	*	*															E
<i>Cibulina universa</i>	Ad																									E
Foraminifera N.I.	Ad									*	**			*	*	*										R
Cnidaria																										
Hydrozoa																										
Tubulariidae	Juv	**			*																					E
Campanulariidae																										
<i>Cibellia sp.</i>	Juv				*	*		*	*	*		*		*		*				*				*	*	R
Abylidae	Ad				*					*																E
Apolemiidae	Ad						*																			E
Diphyidae	Ad						**	*				*						*		*	*	*	*			M/E
Physaliidae																										
<i>Physalia sp.</i>	Juv				*																					E
Rhizophysidae																										
<i>Rhizophysa sp.</i>	Juv				*																					E
Geryoniidae																										
<i>Liriope tetraphylla</i>	Ad			*						**																E
Hidrozoa N.I.	Juv	**	***	*	**	*	**	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	***	R
Cubozoa	Ad		*														*			*	*			*		E
Scyphozoa	Ad				*																					E
Ctenophora	Juv													*	*	*	*							**	*	E
Bryozoa	La		***	*	*	*	*	*	*		*	*				*	*	*						*	**	R
Mollusca																										
Gastropoda	La	***	***	**	**	***	****	***	***	**	***	***	**	*****	***	**	***	**	**	**	***	*****	**	****	*****	R
Bivalvia	La	***	***	*	***	**	**	**	**	***	***	**	*	*****	*	*	**	*	***	**	**	***	***	****	*****	R
Polychaeta																										
Chrysopetalidae	La				*	**				*				*				*								E
Glyceridae	La																			*						E
Nereididae	La				*	*	*	*	*	*	*	*						*								M/E
Phyllodocidae	La				*	*																				E
Syllidae	La					*	*															*				E
Oweniidae	La				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	E
Spionidae	La	*	***	*	*	**	***	***	*	***	**	**	**	*****	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*****	***	R
Magelonidae	La				*	*																				E
Pectinariidae	La					*	*		*																	E
Terebellidae	La									*		*											*			M/E
Polychaeta N.I.	La					*																				E

Continuação Anexo 2: Abundância mensal, no período diurno e noturno, dos táxons presentes na zona de arrebentação interna de Praia Grande, capturados ao longo de dois anos amostrais. **Est.** = Estágio de vida; Ad. = Adulto; Juv. = Juvenil; La. = Larval; Pl. = Pós-larva; Meg. = Megalopa; Nau. = Náuplio; **Cla.** = Classificação segundo a frequência de captura: R = Residente; M = Migratório; E = Esporádico; M/E = Migratório ou Esporádico; **Abundância:** *: 0,1 – 5 org. m⁻³; **: 5,1 – 20 org. m⁻³; ***: 20,1 – 100 org. m⁻³; ****: 100,1 – 500 org. m⁻³; *****: 500,1 – 1.000 org. m⁻³; Δ: 1.000,1 – 5.000 org. m⁻³; ΔΔ: 5.000,1 – 10.000 org. m⁻³; ΔΔΔ: 10.000,1 – 30.000 org. m⁻³; ΔΔΔΔ: 30.000,1 – 60.000 org. m⁻³.

Táxon	Est.	1º Ano												2º Ano												Clas.
		Jun'13		Ago'13		Out'13		Dez'13		Fev'14		Abr'14		Jun'14		Ago'14		Out'14		Dez'14		Fev'15		Abr'15		
		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
Copepoda																										
Calanoida	Ad	△	△	*****	*****	****	****	****	*****	△	△△	△△	△	△	****	****	△	****	****	△	△	△	△	△△	△△△△	R
Cyclopoida	Ad	***	****	****	****	***	***	**	***	****	****	***	**	***	***	**	***	**	**	***	****	****	**	****	****	R
Harpacticoida	Ad	***	***	***	**	*	***	*	*	***	****	*	*	*	*	**	**	*	*	*	*	***	***	**	***	R
Poecilostomatoida	Ad	*	*	**	**	**	***	*	*	***	***	****	****	*	*	**	***	***	*	**	*	****	**	****	****	R
Copepoda	Nau	***	**	**	*	**	**	**	*	*	**	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	**	**	R
	Nau						*	**	**	***	*	*	**	**		**	*	*	*	*	*	*	**	****	R	
Cirripedia	La	*	*	*	*	*	*	***	***	***	****	*	*	**		*	*	*	*	*	*	*	*	***	***	R
Cladocera																										
Podonidae																										
Evadne sp.	Ad					*	*																		E	
Pseudevadne sp.	Ad	*				**	***			*	**						*		*				****	*****	M/E	
Podonidae N.I.	Ad		***			**	***			*		*	*				*							**		R
Sididae																										
Penilia sp.	Ad		****	*	*	*	*	*	**	***	**	*	*				*	*	***	**			△	△	R	
Amphipoda																										
Gammaridea	Ad	*		*	*	*	***	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	***	**	R	
Hyperidea																										
Hyperoche sp.	Ad				*											*									M	
Isopoda																										
Bopyridae	Ad	***	**	*	*			*	*	*		*	*	*		*						*		*	R	
Idoteidae																										
Edotia sp.	Ad							*	*						*										E	
Isopoda N.I.	Ad		**			*								*					*	**	**	**	**	***	R	
Mysida																										
Bowmaniella brasiliensis	Juv/Ad				*			**	**	*		*	*	*	*	**	*	*	*	**	**	*	**	****	R	
Metamysidopsis elongata	Juv/Ad	**	****	***	*****	*	*	****	****	*	***	***	***	*		***	*	*	*	**	***	*	**	****	R	
Decapoda																										
Brachyura	Zoea	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R
	Meg		*		*		*		**		*	*	**	*	*	*	**	*	*	*	*	**	*	**		R
Caridea	Zoea		*	*	*		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	***	*			R
Penaeidae	Pl		*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**		R
Thalassinidae	Zoea		*					***						*			*		***	*	**				R	
Luciferidae																										
Lucifer sp.	Ad													*					*						E	
Euphausiacea	La		*			*	*	***	*	*	*	*		*				*	*		*	*	*	*	R	
Echinodermata																										
Asteroidea	La			*	*		*					*	*			*	*	*	*						M	
	La	**	**			***	***	*	*			***	***			*	*	*	*			*	△	△	R	
Echinoidea	Juv	*	**			*	**			*								*					**	***	E	
Holothuroidea	La		**			*	*					*	*					*							E	
Ovo Invertebrado N.I.		**	**	*	*	**	***	***	**	***	*	*	*	*		*	*	*		***	*	**			-	

Continuação Anexo 2: Abundância mensal, no período diurno e noturno, dos táxons presentes na zona de arrebentação interna da Praia da Aviação, capturados ao longo de dois anos amostrais. **Est.** = Estágio de vida; Ad. = Adulto; Juv. = Juvenil; La. = Larval; Pl. = Pós-Jarva; Meg. = Megalopa; Nau. = Náuplio; **Cla.** = Classificação segundo a frequência de captura: R = Residente; M = Migratório; E = Esporádico; M/E = Migratório ou Esporádico; **Abundância:** *: 0,1 – 5 org. m⁻³; **: 5,1 – 20 org. m⁻³; ***: 20,1 – 100 org. m⁻³; ****: 100,1 – 500 org. m⁻³; *****: 500,1 – 1.000 org. m⁻³; Δ: 1.000,1 – 5.000 org. m⁻³; ΔΔ: 5.000,1 – 10.000 org. m⁻³; ΔΔΔ: 10.000,1 – 30.000 org. m⁻³; ΔΔΔΔ: 30.000,1 – 60.000 org. m⁻³.

Táxon	Est.	1º Ano												2º Ano												Clas.	
		Jun'13		Ago'13		Out'13		Dez'13		Fev'14		Abr'14		Jun'14		Ago'14		Out'14		Dez'14		Fev'15		Abr'15			
		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N		
Chaetognatha																											
Sagittidae																											
<i>Sagitta sp.</i>	Ad	**	**	**	**	**	*	*	*	**	**	*		**	*	**	*	*	**	*	***	***	*	*	**		R
Chordata Tunicata																											
Oikopleuridae																											
<i>Oikopleura sp.</i>	Ad	***	**	*		****	****	*	***	*****	****	*	**		*	*	*	***	**	***	**	*	**	****	***		R
Asciacea	La	***	*				*		*																	E	
Salpidae																											
<i>Thalia sp.</i>	Ad	**	**	*	*	*			**				**			*		*		*	*			*		M/E	
Doliolida	Ad		*							**	*							*								E	
Chordata Vertebrata																											
Actinopteri	Ovo	*			*	*	***	*	**	*	***	*	*			*	*	*	**	**	**	**	**	**	*	-	
	La		*			*	*	*	*	*	*	*	*		*			*	**	*	*	*	*	*	*	R	
<i>Atherinella blackburni</i>	Juv																					*	*	*	E		
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Juv						*		*			*							*						M/E		
<i>Oligoplites sp.</i>	Juv						*									*					*				M/E		
<i>Conodon nobilis</i>	Juv						*			*						*		*							M/E		
<i>Mugil brevisrostris</i>	Juv															*									E		
<i>Mugil curema</i>	Juv								*		*	*	*			*									M/E		
<i>Symphurus sp.</i>	Juv								*							*									E		
Linguado sp.1	Juv								*			*	*											*	M/E		
Linguado sp.3	Juv																							*	E		
Linguado sp.4	Juv																							*	E		
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Juv							*	*			*												**	M/E		
Exocoetidae	Juv																		*	*					E		
Gobiidae	Juv																			*					E		