UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS

MESTRADO EM ECOLOGIA

IRAPAJY DA SILVA CAETANO

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA BAÍA DE SANTOS/SP

SANTOS/SP

2016

IRAPAJY DA SILVA CAETANO

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA BAÍA DE SANTOS/SP

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília, como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação de Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira e co-orientação da Profa. Dra. Ursulla Pereira Souza.

SANTOS/SP

2016

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

CAETANO, Irapajy da Silva.
Estrutura da Comunidade de Peixes da Zona de Arrebentação da Baía de Santos/SP/ Irapajy da Silva Caetano.
Ano de conclusão: 2016.
77 p.

Orientador: Profa. Dr. Fabio Cop Ferreira.
Co-orientador: Profa. Dra. Ursulla Pereira Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos (ECOMAR), Santos, SP, 2016.

1. Zona de Arrebentação. 2. Estrutura Espacial. 3. Ictiofauna. 4. Turbidez. 5. Diversidade. I. FERREIRA, Fabio Cop, Orient. II. SOUZA, Ursulla Pereira, Co orient. III. Estrutura da Comunidade de Peixes da Zona de Arrebentação da Baía de Santos/SP.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

Dedico este trabalho a minha ohana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus queridos orientadores, Professora Dr. Ursulla Pereira Souza e Professor Dr. Fabio Cop Ferreira, pelo afeto, estima, carinho e camaradagem em todos as oportunidades possíveis, tenho grande admiração por vocês.

Obrigado Professor Dr. Walter Barrella, que desde o princípio fez tudo parecer fácil e possível.

Obrigado Professor MSc. Matheus Marcos Rotundo por sempre ser companheiro e por compartilhar comigo seus conhecimentos, além de toda revisão taxonômica, sempre amigo.

Agradeço a Prefeitura Municipal de Santos pela bolsa concedida para a realização do mestrado.

A Universidade Santa Cecília – UNISANTA, ao Laboratório de Biologia de Organismos Marinhos e Costeiros (LABOMAC), Laboratório de Pesquisas Biológicas (LAPEBio), Acervo Zoológico (AZUSC) e ao Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas (NPH) pela infraestrutura.

Obrigado Professor Dr. João Inácio da Silva Filho, algumas das melhores aulas que já tive na vida.

Obrigado professor Dr. Fabio Giordano, seu conhecimento, sorriso e alegria facilitaram o início e o caminhar do mestrado.

Obrigado professor Dr. Miguel Petrere Junior, pela sabedoria e oportunidade de aprender além de estatística.

Obrigado professor Dr. Mohamed Habib, sempre humano e bondoso com todos.

Obrigado aos Professores Dr. Alpina Begossi, Dr. Milena Ramires, Dr. Walber Toma, Dr. Alvaro Reigada, Dr. Mara Magenta, Dr. Juliana Guimarães, Dr. João Schimiegelow, Dr. Silvio Vicente, Dr. Mariana Clauzet, Dr. Luciana Guimarães foram importantes no meu amadurecimento no decorrer do curso. À Profa. Milena agradeço também pelas importantes considerações na Qualificação.

Ao Professor MSc. Renan Braga Ribeiro por sempre me atender e ajudar na busca de informações importantes para realização da dissertação.

A Alessandro Alves de Almeida pelo Laboratório Central de Biologia e a seus estagiários Beatriz Andrade, Gisele S. de Carvalho, Natalia F. dos Anjos e Yasmin de Oliveira Fargnoli, facilitaram sempre o andamento das pesquisas.

Ao Fabio H. Pusceddu MSc., Fernando S. Cortez MSc., Wesley de A. Mazur MSc. e aos estagiários Beatriz B. Moreno, Thaís M. de Castro, Carolina F. Maciel e Beatriz Castilho, sempre dispostos a ajudar no laboratório de Ecotoxicologia.

Sandra Helena Aparecida de Araújo e Imaculada Conceição Scorza de Souza por toda a simpatia, atenção durante o decorrer do curso.

Aos amigos e colegas do curso, Ricardo, Yara, Roberto, Priscila, Barbara, Alexandre, Marcus Prandi, Ana Paula, Flori, Mario, Taynara, Caio, tornaram o curso mais divertido.

A todos que participaram das coletas como os professores Fabio Cop Ferreira, Ursulla Pereira Souza, Matheus Marcos Rotundo, Henrique Correa Giacomini e os amigos Michele Andriaci Ferreira do Carmo, Camila, Ísis, Leticia, Mirela e Vitor, obrigado.

Aos meus amigos Maria Eduarda Laranjeira (DUDA), Ricardo A. O. Souza, Gustavo S. Cardozo, Luciano M. da Gama e ao Alexandre pelo auxílio nas coletas e no laboratório, vocês foram imprescindíveis, muito obrigado.

A meus pais Carlos e Teresa por caminharem comigo.

Meus Irmãos Ubirajara, Luziara e Elísio, distantes, mas nunca separados.

Em especial a minha esposa Simone e meus filhos, Kainoa e Moana por entender as varias vezes que não participei de momentos importantes e por acreditar em meus sonhos.

A minha bisavó Virginia de Jesus; vive em mim.

A todos os meus mais profundos agradecimentos e muitas alegrias.

Um grande MAHALO!

Obrigado SEMPRE!

"Todo o trabalho é vazio a não ser que haja amor." (Khalil Gibran).

RESUMO

A zona de arrebentação de praias arenosas constitui um ambiente heterogêneo, pois varia no tempo e no espaço. Por ser uma região com grande hidrodinamismo, sofre influência de uma série de fatores ambientais como pH, salinidade, turbidez, granulometria, ondas, ventos, correnteza e formação de bancos de areia, que podem influenciar a ictiofauna. Para descrever a estrutura da comunidade de peixes da zona de arrebentação da Baía de Santos, litoral central do estado de São Paulo, utilizou-se uma rede de arrasto do tipo picaré, com amostragem em 15 pontos ao longo da Baía. As coletas foram realizadas em Fevereiro e Julho de 2015, caracterizando os períodos de verão e inverno, respectivamente. Durante esses períodos há uma grande mudança na quantidade e direção de ondas que entram na baía de Santos, além da mudança significativa entre as épocas na temperatura, pH e comprimento da zona de arrebentação. Foram capturados 3741 peixes, abrangendo 43 espécies. As famílias mais representativas quanto à abundância e riqueza foram Carangidae, com 9 espécies e Sciaenidae com 8 espécies. Utilizamos testes de Mantel para verificar se a composição das comunidades é estruturada em função das variáveis ambientais ou da distância espacial entre os pontos. Verificamos que, embora exista variação ambiental ao longo dos trechos amostrados, não houve correlação significativa entre as similaridades faunística e ambiental. O efeito espacial foi significativo apenas no inverno, sugerindo que neste período os pontos próximos têm faunas mais similares.

Palavras-Chave: zona de arrebentação. estrutura espacial. ictiofauna. turbidez. diversidade.

ABSTRACT

The sandy beaches of surf zone is a heterogeneous environment, once it varies in time and space. Being a region with great hydrodynamics, is influenced by a number of environmental factors such as pH, salinity, turbidity, particle size, waves, winds, currents and formation of shoals, that may influence fish populations. To describe the structure of the fish community of surf zone of Santos Bay, central coast of the state of São Paulo, we used a beach seine, with sampling at 15 points along the Bay. Samples were collected in February and July 2015, featuring summer and winter periods, respectively. During these times there is a big change in the amount and direction of waves entering the bay of Santos, in addition to the significant change between the seasons in temperature, pH and length of the surf zone. 3741 were captured fish, covering 43 species. The most representative families in abundance and wealth were Carangidae, with 9 species and Sciaenidae with 8 species. We used Mantel tests to check whether the composition of communities is structured according to the environmental variables or the spatial distance between the points. We found that, although environmental variation over the sampled sections, there was no significant correlation between the faunal and environmental similarities. The spatial effect was significant only in winter, suggesting that in this period the next points are more similar faunas.

Key Words: surf zone. spatial structure. fish populations. turbidity. diversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da estrutura e do perfil da zona de arrebentação, ambientes de praia de areia e dunas. Modificado de A. MCLACHLAN *et al*. (1981)..... 16

Figura 2: Plano e perfil da configuração de praia com domínio dissipativo. Modificado de WRIGHT & SHORT (1984)..... 16

Figura 3: Praia do José Menino e Ilha Urubuqueçaba, Obra de Benedito Calixto, 31 de dezembro de 1901. Fonte: LUDWIG (2016)..... 19

Figura 4: Foto de 1915 de São Vicente sem a interligação com a Ilha Porchat. Fonte: NM (2016)..... 20

Figura 5: Orla do Gonzaguinha, Itararé e praias de Santos nos anos 60, sem o Emissário submarino em Santos e sem a interligação (Avenida Ayrton Senna) com a Ilha Porchat. Fonte: SANTOS (2016)..... 20

Figura 6: Mudanças realizadas na orla de Santos e São Vicente, Emissário submarino (A) e Avenida Ayrton Senna (B). Fonte: PINTERESTE (2016) (A) e HOTEL CHÁCARA DO MOSTEIRO (2016) (B)..... 20

Figura 7: Figura 7: DAAT/PLEDS com direção em graus e período em segundos das ondas registrados no verão em 2012 (lado esquerdo das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção ESE-E-ENE. Fonte: PEREIRA (2012)..... 23

Figura 8: DAAT/PLEDS com direção em graus em segundos e período das ondas, registrados no verão em 2013 (lado esquerdo das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção ESE-E-ENE. Fonte: PEREIRA (2013)..... 24

Figura 9: Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno em 2012 (lado direito das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-S-SSE. Fonte: PEREIRA (2012)..... 25

Figura 10: Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno em 2013 (lado direito das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-S-SSE. Fonte: PEREIRA (2013)..... 26

Figura 11: Baía de Santos (SP) com destaque para os quinze pontos amostrados na zona de arrebentação das praias de Santos e São Vicente, SP..... 28

Figura 12: Pontos de coletas (1 a 15) na Baía de Santos. As linhas amarelas representam o comprimento mensurado da zona de arrebentação no verão. Altitude do ponto de visão 5,11 km. Foto registrada em 10 de fevereiro de 2015. Fonte: GOOGLE (2015)..... 31

Figura 13: Pontos de coletas (1 a 15) na Baía de Santos. As linhas azuis representam o comprimento da zona de arrebentação mensurado no inverno. Pontos e linhas, altitude do ponto de visão 5.54 km. Foto registrada em 17 de junho de 2015. Fonte: GOOGLE (2015)..... 32

Figura 14: Variáveis abióticas ao longo da Baía de Santos, verão (∆) e inverno (*), com as siglas para oxigênio (O2), temperatura (TEMP), salinidade (SAL), condutividade (COND), turbidez (TURB), pH, matéria orgânica (MO), granulometria (GR) e comprimento da zona de arrebentação (ZA) na Baía de Santos, SP..... 35

Figura 15: Projeção dos escores dos eixos 1 e 2 das variáveis ambientais e dos pontos de coleta durante o verão (∆) e inverno (*) com as siglas para oxigênio (O2), salinidade (SAL), condutividade (COND), turbidez (TURB), pH, matéria orgânica (MO), granulometria (GR) e comprimento da zona de arrebentação (ZA) na Baía de Santos, SP..... 36

Figura 16: Relação entre o Eixo 1 da PCA e a disposição espacial nos períodos de verão (∆) e inverno (*)..... 37

Figura 17: Representatividade com percentual das famílias na amostragem na zona de arrebentação na Baía de Santos, durante o verão e o inverno de 2015. . 1- Carangidae, 2-Ariidae, 3- Mugilidae, 4- Clupeidae, 5- Sciaenidae, 6- Haemulidae, 7- Polynemidae, 8-Engraulidae, 9- Atherinopsidae, 10- Albulidae, 11- Ephippidae, 12- Hemiramphidae, 13- Paralichthyidae, 14- Pristigasteridae, 15- Elopidae, 16- Tetraodontidae, 17- Lobotidae, 18- Diodontidae..... 40

Figura 18: Relação entre abundância (log) e frequência de ocorrência no verão. Espécies e siglas das espécies capturadas no verão e inverno: Ab - *Atherinella brasiliensis,* Aj - *Anchoa januaria,* Al - *Anchoviella lepidentostole,* Av - *Albula vulpes,* Cb - *Chirocentrodon bleekerianus*, Cc - *Chloroscombrus chrysurus*, Cf - *Chaetodpterus faber*, Ch - *Caranx hippos*, Cl - *Caranx latus*, Cn - *Conodon nobilis*, Cs - *Chilomycterus spinosus*, Ea - *Engraulis anchoita*, Ec - *Etropus crossotus*, Es - *Elops smithi*, Gb - *Genidens barbus*, Hc - *Haemulopsis corvinaeformis*, Hcl - *Harengula clupeola*, Hu - *Hyporhamphus unifasciatus*, Lb - *Larimus breviceps*, Ll - *Lagocephalus laevigatus*, Ls - *Lobotes surinamensis*, Ma - *Menticirrhus americanus,* Mb - *Mugil brevirostris*, Mc - *Mugil curema*, Mcv - *Mugil curvidens*, Mf - *Micropogonias furnieri*, Ml - *Mugil liza*, Mli - *Menticirrhus littoralis*, Oa - *Odontesthes argentinensis*, Os - *Oligoplites saurus*, Osa - *Oligoplites saliens*, Pb - *Paralonchurus brasiliensis*, Ph - *Pellona harroweri,* Po - *Polydactylus oligodon*, Pv - *Polidactylus virginicus*, Sb - *Steliffer brasiliensis,* Sg - *Sphoeroides greeleyi*, Sr - *Stellifer rastrifer*, Sv - *Selene vomer*, Tc - *Trachinotus carolinus,* Tf - *Trachinotus falcatus*, Tg - *Trachinotus goodei,* Uc - *Umbrina coroides*..... 41

Figura 19: Relação entre abundância (log) e frequência de ocorrência no inverno. Relação das siglas está apresentada na Figura 18..... 42

Figura 20: Curvas de rarefação entre a abundância e a riqueza de espécies amostradas no verão e no inverno na Baía de Santos, SP..... 45

Figura 21: Curva de rarefação e comportamento do estimador Chao 1 para o aumento do esforço amostral nos 30 pontos amostrados na Baía de Santos, SP.... 45

Figura 22: Análise de componentes principais (PCA) para a estrutura de correlação entre as medidas de diversidade, índices de diversidade de Shannon (H), de equabilidade de Pielou (J), de riqueza de Margalef (Mg), número total de indivíduos (N), peso total em gramas (PT), riqueza (S), e comprimento padrão (CP) em cada ponto amostral no verão e inverno..... 46

Figura 23: Pontos amostrados na zona de arrebentação da Baía de Santos distribuídos nos eixos da CA no verão..... 48

Figura 24: Relação das espécies distribuídas no verão nos eixos da CA, relação das siglas figura 18..... 49

Figura 25: Pontos amostrados na zona de arrebentação da Baía de Santos distribuídos nos eixos da CA no inverno..... 50

Figura 26: Relação das espécies distribuídas no inverno nos eixos da CA, relação das siglas na figura 18..... 51

Figura 27: Matrizes de dispersão de distância biótica, distância ambiental e distância geográfica para o inverno e verão..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média, desvio padrão (DP) e teste t dos valores de oxigênio (mg/l), temperatura (oC), salinidade, condutividade (µs.s-1), turbidez (NTU), pH, matéria orgânica, granulometria e comprimento da zona de arrebentação (ZA), para os quinze pontos amostrados no verão e inverno na Baía de Santos, SP. Em negrito os valores com diferença significativa p<0.05..... 34

Tabela 2: Números de táxons da ictiofauna amostrada na Baía de Santos, SP nos períodos de verão e inverno de 2015..... 37

Tabela 3. Composição de famílias, espécies, número de indivíduos e abundância relativa (%) da ictiofauna capturada na zona de arrebentação da Baía de Santos, SP. Em negrito as espécies mais abundantes entre as épocas. Em negrito as espécies mais abundantes..... 39

Tabela 4: Comprimento padrão médio (CP, mm), desvio padrão (dp), peso total (P, g) e frequência de ocorrência (Fo) das espécies amostradas no verão e no inverno na Baía de Santos, SP..... 44

Tabela 5. Habitat de cada espécie capturada na zona de arrebentação da Baía de Santos..... 47

Tabela 6: Resultados dos testes de Mantel parcial quando o efeito de uma matriz preditora é medido controlando o efeito da matriz parcial. Teste feito com 1000 permutações..... 52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15
   1.1 HISTÓRICO REGIONAL 18
   1.2 MORFODINAMISMO DE ONDAS NA BAÍA DE SANTOS 21
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES 27
3. MATERIAL E MÉTODOS 28
   3.1 ÁREA DE ESTUDO 28
   3.2 COLETA DE DADOS 29
   3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS 30
   3.4 ANÁLISE DOS DADOS 33
4. RESULTADOS 34
   4.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS 34
   4.2 ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA ICTIOFAUNA 38
   4.3 ESTRUTURA ESPACIAL E INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES 51
5. DISCUSSÃO 53
   5.1 ESTRUTURA AMBIENTAL 53
   5.2 COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA 54
   5.3 ESTRUTURA DA COMUNIDADE, ESTRUTURA AMBIENTAL E ESPACIAL 59
6. CONCLUSÃO 62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63
ANEXO 77

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Plano Setorial de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988), uma zona costeira pode ser definida como o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre (art.2º - parágrafo único – da Lei nº 7.661 de maio de 1998). Regiões costeiras como as praias e os estuários representam importantes áreas de alimentação, crescimento e reprodução para diferentes espécies de peixes e crustáceos de interesse comercial e/ou esportivo (ANDERSON JR. *et al*., 1977; MCLACHLAN & ERASMUS, 1983; PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; BROWN & MCLACHLAN, 1990), podendo ser caracterizada como uma área de transição ecológica entre os ambientes terrestre e marinho, contribuindo para a dinâmica local e para a manutenção da biodiversidade (MONTEIRO-NETO *et al*., 2008).

As praias arenosas dentro de baías e estuários, também conhecidas como praias estuarinas, ocorrem no mundo inteiro e apresentam variações no pH, salinidade, turbidez, granulometria, ondas, ventos, correnteza e formação de bancos de areia (JACKSON *et al.,* 2002). A evolução das praias estuarinas, ao contrário das praias expostas, é ainda pouco conhecida e depende fortemente de fatores locais, como a amplitude de maré, vento ou alterações da linha de costa provocadas pelo homem (FREIRE *et al.,* 2006). Essas praias são geralmente caracterizadas pela ação de ondas de pequena amplitude (*i.e.,* < 0,25 m) durante condições climáticas normais, e podem ser consideradas como “ambientes de baixa energia” (JACKSON *et al.,* 2002).

A zona de arrebentação em praias pode ser descrita como o local iniciado a partir da profundidade crítica ou do ponto de quebra de ondas, até a zona de espraiamento, na qual se encontra o perfil praial (Figura 1), caracterizando-se também como área de domínio dissipativo de energia das ondas (WRIGHT & SHORT, 1984) (Figura 2).

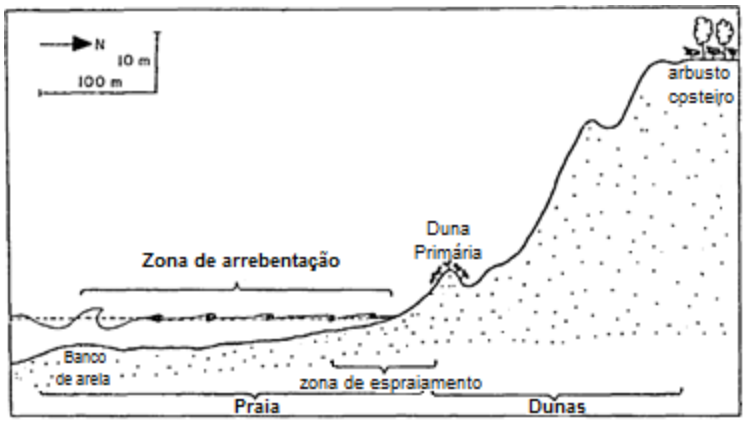

Figura 1: Representação esquemática da estrutura e do perfil da zona de arrebentação, ambientes de praia de areia e dunas. Modificado de A. MCLACHLAN *et al*. (1981).

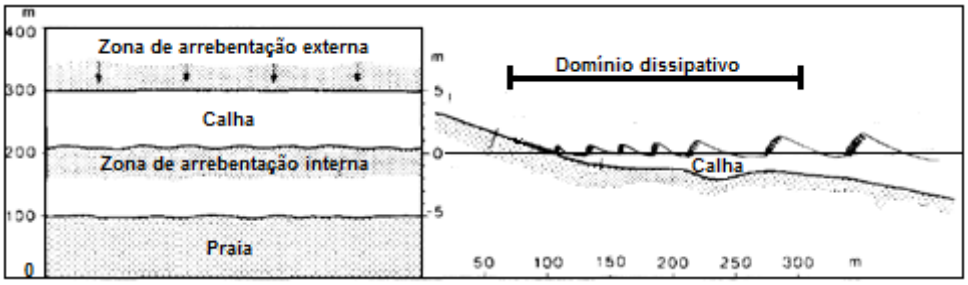

Figura 2: Plano e perfil da configuração de praia com domínio dissipativo. Modificado de WRIGHT & SHORT (1984).

As zonas de arrebentação de praias arenosas nunca são homogêneas, pois variam no tempo e no espaço, dependendo das condições ambientais como ondas e ventos. Estas mudanças temporais e espaciais podem ser dramáticas, envolvendo não apenas as diferenças na morfologia de deposição de sedimentos, mas também na hidrodinâmica da região (WRIGHT & SHORT, 1984; WRIGHT & NIELSEN, 1986). Por constituir um ambiente relativamente instável, devido principalmente às variáveis físicas, a zona de arrebentação é caracterizada como uma área de baixa diversidade de espécies. Somente um reduzido número de espécies possui permanência anual (BROWN & MCLACHLAN, 1990) e a maioria é não residente, apresentando elevada abundância em algumas épocas do ano, quando utilizam a área para alimentação e/ou reprodução (GIBSON *et al.*, 1993; CLARCK *et al*., 1994, 1996; FÉLIX *et al*., 2006, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2008).

As espécies dominantes distribuem-se de maneiras diferentes no espaço e no tempo, associadas a situações ambientais específicas (GAELZER &

ZALMON, 2003; VASCONCELLOS *et al*., 2007). As maiores abundâncias de peixes são registradas durante os meses mais quentes, decrescendo com a diminuição da temperatura (MODDE & ROSS, 1981, ROSS *et al*., 1987, GIBSON *et al*., 1993, SANTOS & NASH, 1995; CLARK *et al*., 1996). Deste modo, diversos estudos atestam para diferenças na composição de espécies ao longo do ano em zonas de arrebentação, com maiores abundâncias e diversidade de peixes no período de verão (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; GODEFROID *et al*., 2003; FELIX *et al*., 2006, 2007), sendo estas diferenças atribuídas ao efeito conjunto de fatores ambientais, tais como vento, onda e temperatura da água (LAMBERTH *et al.,* 1995; CLARK *et al*., 1996).

Embora tenha de modo geral baixa diversidade, esta região de baixa profundidade e elevado hidrodinamismo, pode abrigar espécies em diferentes fases de ciclo de vida. O fundo de areia constantemente revolvido pala ação das ondas eleva a turbidez e aumenta a disponibilidade de alimento. Deste modo a zona de arrebentação fornece proteção contra predadores (MCLACHLAN *et. al.,* 1981; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; MONTEIRO-NETO *et al.,* 2008), e figura como um importante berçário natural para diversas espécies de peixes, com predomínio de formas juvenis e de pequeno porte (LASIAK, 1984; PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; SANTOS & NASH, 1995; CLARK *et al*., 1996; GIBSON *et al*., 1996; FÉLIX *et al.*, 2007).

O nível de exposição a ondas nos ambientes costeiros, caracterizando locais abrigados ou mais expostos, constitui um dos principais fatores que estruturam a comunidade de peixes na zona de arrebentação (ROMER, 1990; CLARK *et al.,* 1996; GAELZER & ZALMON, 2003; VASCONCELLOS *et al*., 2007). Os maiores valores de riqueza e de diversidade de espécies ocorrem onde a ação das ondas é menos intensa, diminuindo com o aumento da exposição (GAELZER & ZALMON, 2003; VASCONCELLOS *et al.,* 2007).

Vários autores estudaram as comunidades de peixes em praias brasileiras, como os trabalhos de Scorvo Filho *et al.* (1987), região de Ubatuba; Graça Lopes *et al*. (1993) e Giannini & Paiva Filho (1995), Baía de Santos; Saul & Cunningham (1995), Ilha do Bom Abrigo, Cananéia; Teixeira & Almeida (1998), praias arenosas de Maceió; Lopes *et al*. (1999), praia de Itapema, Baía de Todos os Santos; Barreiros *et al.* (2004), Canto Grande, Santa Catarina;

Favero & Dias (2015), Ilha Comprida, litoral sul do estado de São Paulo. No entanto, há relativamente poucos estudos sobre a ictiofauna em zonas de arrebentação no Estado de São Paulo (PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; GIANNINI & PAIVA-FILHO, 1995; SAUL & CUNNINGHAM, 1995; GONDOLO *et al*., 2011; FAVERO & DIAS, 2013).

As praias da Baía de Santos compõem um grande mosaico de subambientes que sofre com o recebimento de aportes de contaminantes de canais fluviais, esgoto e lixo doméstico, porto de Santos, e resíduos industriais (SILVA, 2005). Nas praias do centro da cidade de Ubatuba e Caraguatuba (litoral norte de São Paulo) que sofrem com a pressão antrópica, Costa (2014) os elevados índices pluviométricos associados a descargas de efluentes orgânicos em ambientes costeiros podem exercer influência na estruturação das comunidades de peixes no espaço e no tempo.

A Baía de Santos é considerada um dos grandes criadouros de pescado do sudeste brasileiro e alguns estudos sobre a composição e a distribuição da ictiofauna na zona de arrebentação apontam para a sua importância como um criadouro natural e área de crescimento de várias espécies de peixes (PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1990, 1995; GRAÇA LOPES *et al.,* 1993).

1.1 HISTÓRICO REGIONAL

A Ilha de São Vicente abriga dois municípios: São Vicente e Santos, cujas praias encontram-se encaixadas entre a Serra do Mar e as Ilhas de São Vicente e Santo Amaro (Guarujá), separadas do continente e entre si por canais de maré que deságuam nas Baías de Santos e de São Vicente (SOUZA, 2012).

Muitas alterações foram efetuadas na região praial na Ilha de São Vicente, sobretudo para implantação de infraestrutura urbana, como a construção do píer emissário submarino em Santos (ANDRADE, 1991) e a Avenida Ayrton Senna para subida da Ilha Porchat em São Vicente (FARINNACCIO *et al.*, 2009). Todas essas mudanças possivelmente alteraram as correntes locais, a formação natural da quebra das ondas e o tamanho da zona de arrebentação.

Nas obras de Benedito Calixto no início do século XX e fotos antigas, por exemplo, percebemos as mudanças nas praias dentro da Baía de Santos (Figuras 3, 4 e 5). Essas mudanças, causadas pelo desenvolvimento econômico e social de Santos e São Vicente ainda hoje em expansão, transformaram as praias dessas cidades em um ambiente urbano (Figura 6), cuja complexidade se dá em função da interação entre a ocupação antropogênica com os já delicados processos naturais que envolvem a transição entre continente, atmosfera e oceano (FARINNACCIO *et al.,* 2009).

Os canais da cidade de Santos construídos pelo engenheiro Saturnino de Brito para drenagem urbana, esgotos clandestinos, a dragagem do canal do porto, efluentes do polo industrial de Cubatão e a elevada concentração demográfica, são algumas das mudanças que o ambiente aquático da Baía de Santos vem sofrendo ao longo dos anos e gradualmente alterando a qualidade das águas na região (SILVA, 2005).

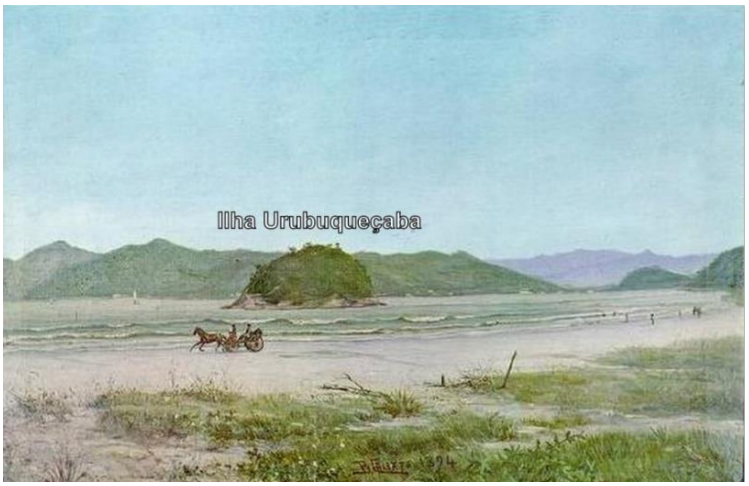

Figura 3: Praia do José Menino e Ilha Urubuqueçaba, Obra de Benedito Calixto, 31 de dezembro de 1901. Fonte: LUDWIG (2016).

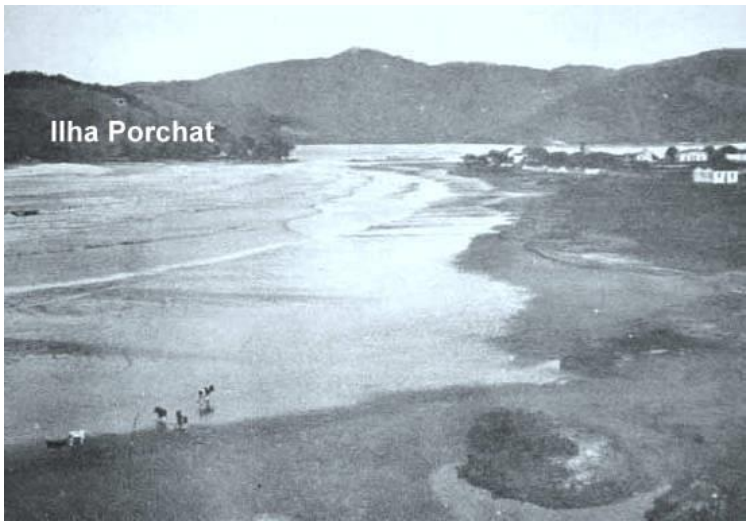

Figura 4: Foto de 1915 de São Vicente sem a interligação com a Ilha Porchat. Fonte: NM (2016)

Figura 5: A orla do Gonzaguinha, Itararé e praias de Santos nos anos 60, sem o Emissário submarino em Santos e sem a interligação (Avenida Ayrton Senna) com a Ilha Porchat. Fonte: SANTOS (2016).

Figura 6: Mudanças realizadas na orla de Santos e São Vicente, Emissário submarino (A) e Avenida Ayrton Senna (B). Fonte: PINTERESTE (2016) (A) e HOTEL CHÁCARA DO MOSTEIRO (2016) (B).

1.2. MORFODINAMISMO DE ONDAS NA BAÍA DE SANTOS

As praias de Santos e São Vicente têm sua morfodinâmica dissipativa de baixa energia, com ondas predominantemente deslizantes, sendo que alterações no estado morfodinâmico ocorrem em situações de maior ondulação, como durante e logo após a entrada de frentes frias (SOUZA, 2012).

Na Baía de Santos também há o predomínio de ondulações do quadrante SE ao longo do ano todo, com as ondas de SSW-S-SSE associadas à passagem de frentes frias, e as de ESE-E-ENE à atuação de tempo bom. As alturas médias das ondas variam entre 0,5 e 2 m, com períodos médios ao redor de 9 segundos (SOUZA, 2012).

A direção da incidência de ondas varia durante o ano. No verão as ondulações de leste e sudeste predominam com maior ocorrência em São Vicente e no inverno ondulações de predominante sul e sudoeste incidem em toda extensão das praias (Figuras 7, 8, 9, 10) (PEREIRA, 2012, 2013), sendo que geograficamente há alternância da incidência de ondas ao longo da costa.

A linha da costa também varia espacialmente em toda extensão das praias de Baía de Santos. Embora sob o ponto de vista físico, a linha de costa corresponda à linha de interface entre a terra e a água, devemos entender a linha de costa como um limite móvel, cuja posição espacial é variável a todas as escalas temporais (MARINO & FREIRE, 2013).

Naturalmente ao longo das praias da Baía de Santos a zona de arrebentação tem profundidades e tamanhos diferentes, criando gradientes em sua extensão. Esta mudança de gradiente acontece com uma zona de arrebentação maior em São Vicente que vai diminuindo até chegar a seu menor tamanho na Ponta da Praia em Santos, onde raramente acontecem ondas, exceto quando em eventos extremos, como ressacas. Esses gradientes na zona de arrebentação fazem as ondas quebrarem distante da costa e dissiparem grande parte de sua energia até antes de chegar a praia (WRIGHT *et al*., 1979) e alteram a declividade e o tamanho médio do sedimento ao longo das praias de Santos e São Vicente.

Existem algumas variações na profundidade e tamanho na zona de arrebentação, onde ocorrem correntes de retorno, principalmente na presença de ondas grandes. Essas variações são maiores ao lado da Ilha Porchat (São

Vicente) e na Ilha Urubucicaba (Santos), aumentando a profundidade próximo a esses locais e mudando o tamanho da zona de arrebentação.

Quando em Santos acontecem chuvas fortes, as comportas dos canais são abertas para escoar as águas da chuva e artificialmente nessas ocasiões em frente aos canais há um aumento da profundidade ocasionada pela correnteza em direção ao mar das águas saídas dos canais, alterando também a zona de arrebentação de forma pontual e temporária.

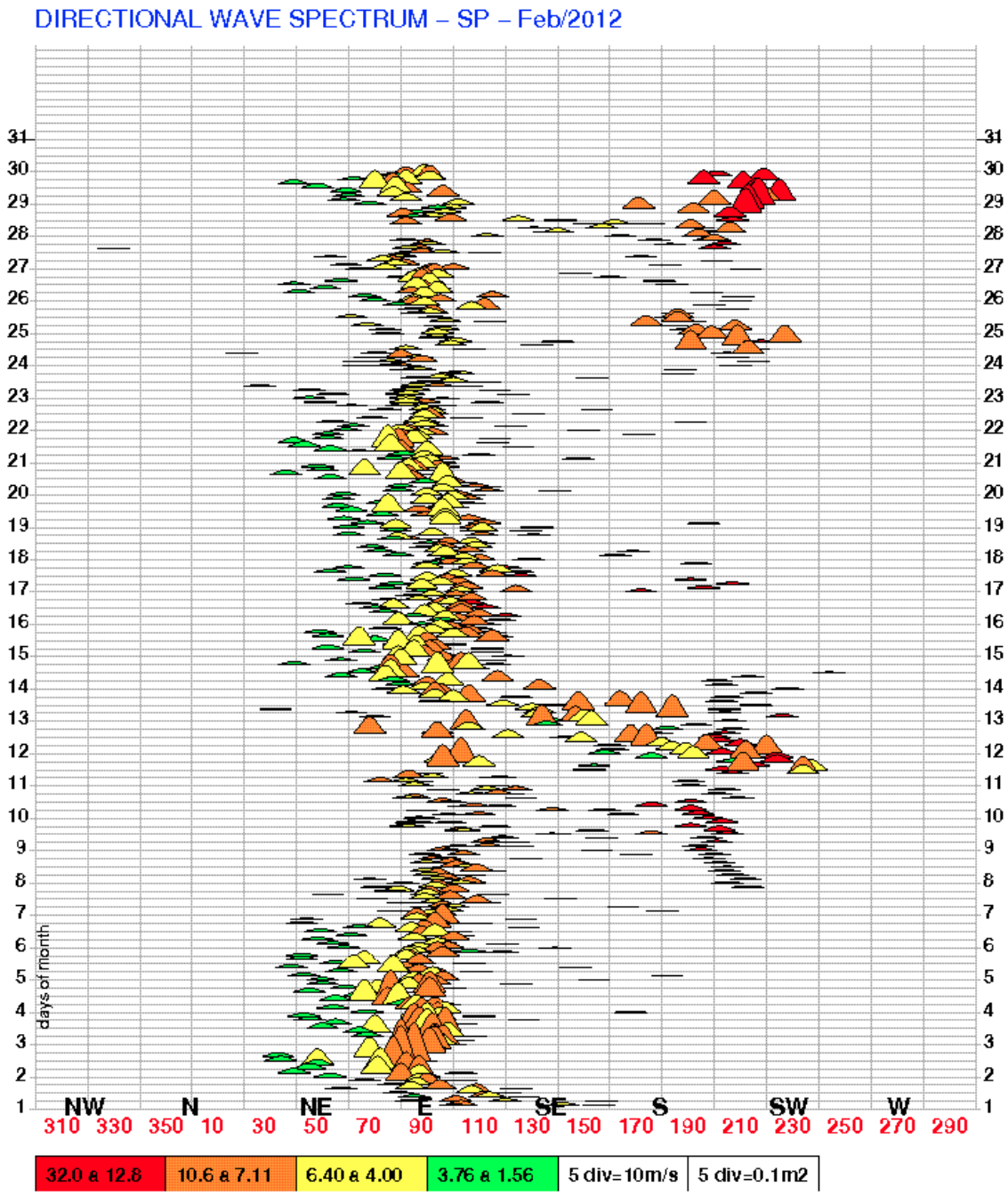

Figura 7: DAAT/PLEDS[1] com direção em graus e período em segundos das ondas registrados no verão em 2012 (lado esquerdo das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção ESE-E-ENE. Fonte: PEREIRA (2012).

[1] DAAT é uma técnica de processamento de dados de boia heave-pitch-roll e a PLEDS uma forma de plotar os dados (Dados da boia da Marinha na Bacia de Santos).

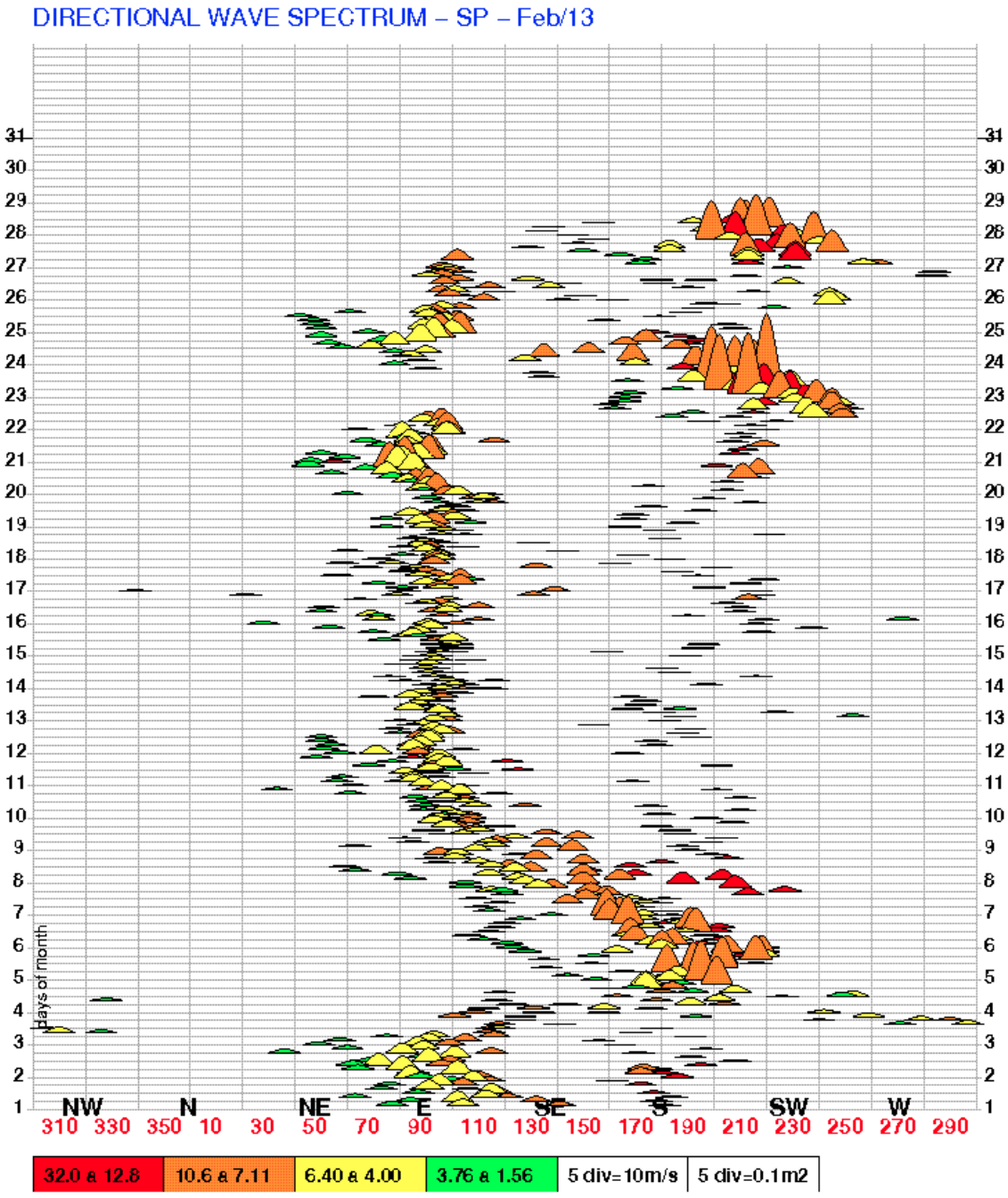

Figura 8: DAAT/PLEDS com direção em graus em segundos e período das ondas, registrados no verão em 2013 (lado esquerdo das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção ESE-E-ENE. Fonte: PEREIRA (2013).

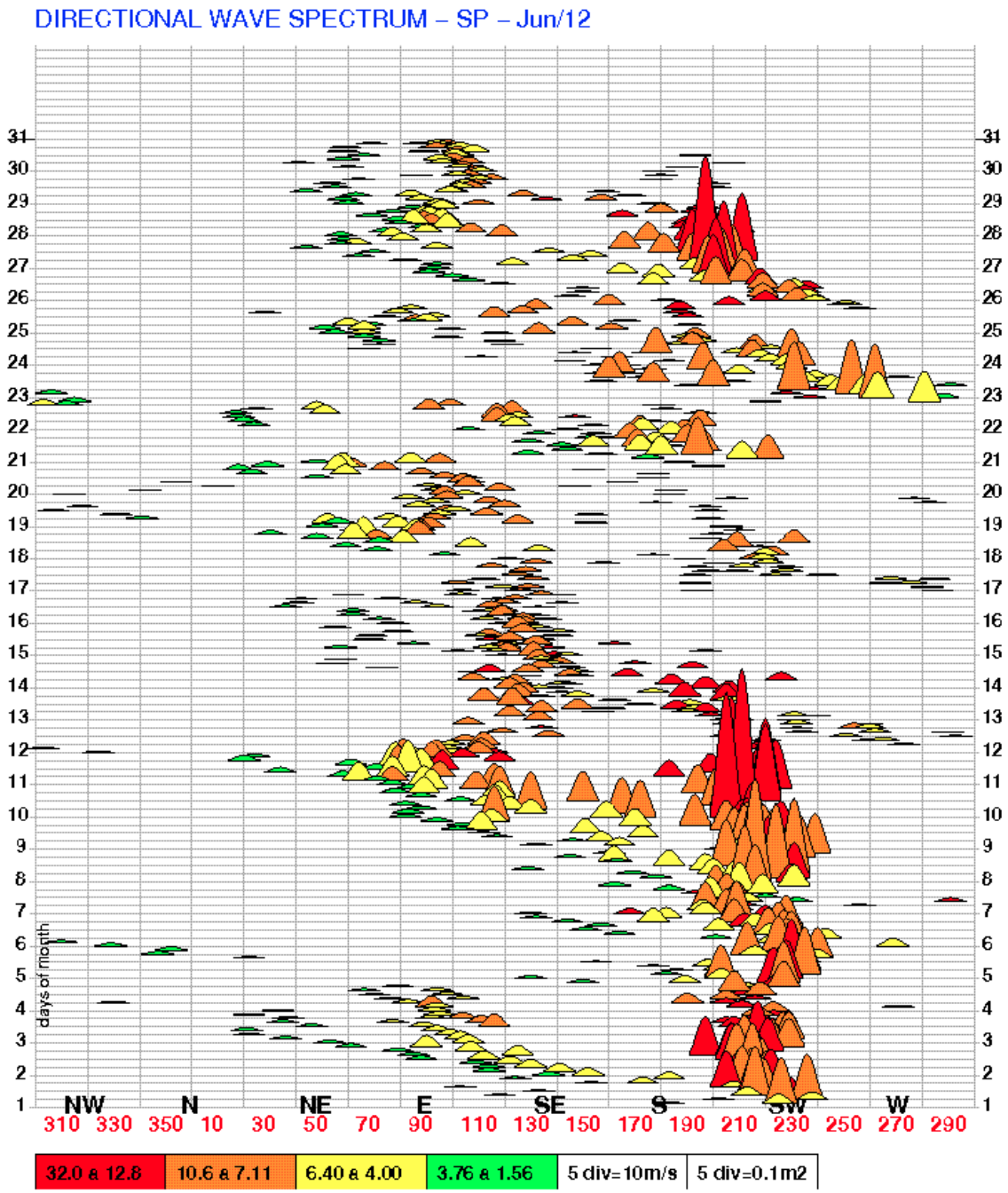

Figura 9: Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno em 2012 (lado direito das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-S-SSE. Fonte: PEREIRA (2012).

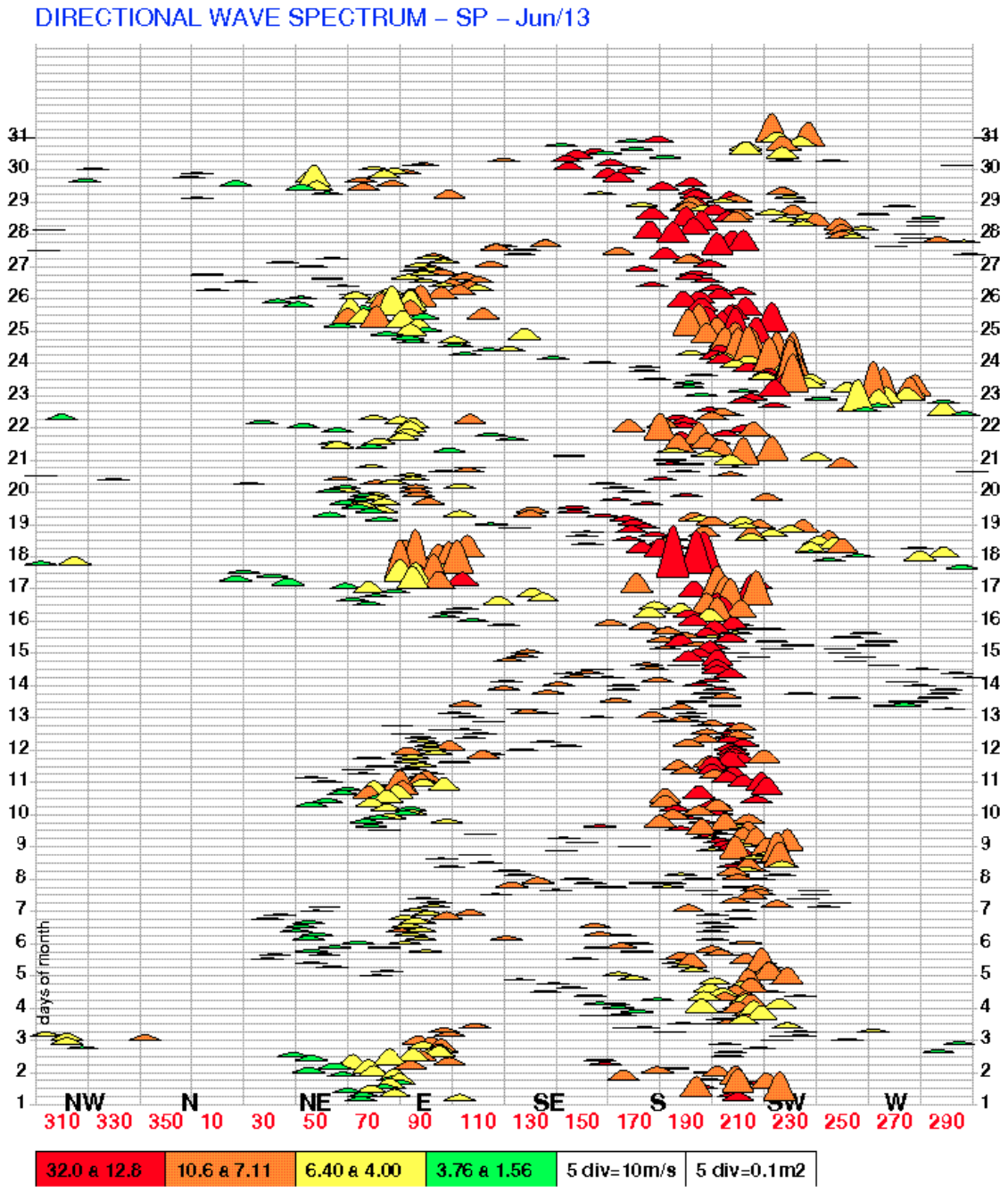

Figura 10: Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno em 2013 (lado direito das figuras), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-S-SSE. Fonte: PEREIRA (2013).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Devido à heterogeneidade no hidrodinamismo das ondas na zona de arrebentação da Baía de Santos, o objetivo deste estudo foi avaliar se a estrutura da comunidade de peixes varia espacial e temporalmente. Para isto buscaremos responder se ocorrem mudanças na abundância e nas medidas de diversidade da ictiofauna no verão e no inverno e qual a influência das variáveis abióticas e estruturais na distribuição espacial das espécies ao longo da Baía.

Para a variação espacial podem ser colocadas duas hipóteses: i) a estrutura das comunidades varia no sentido Ponta da Praia – São Vicente, onde os dois extremos apresentam diferentes comunidades em função da distância espacial ou diferenças na estrutura dos hábitats; ou ii) os extremos da Baía são mais similares entre si pois constituem as saídas dos estuários de Santos e São Vicente. Neste caso, os extremos da Baía teriam composição de espécies mais similares entre si, enquanto o centro da Baía seria diferente dos dois extremos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na zona de arrebentação das praias da Baía de Santos (Figura 11), que apresenta orientação para o quadrante sul, com extensão de aproximadamente 7,5 km. As praias ficam na Ilha de São Vicente, complexo estuarino de Santos, localizada no litoral central do Estado de São Paulo, de 23°59'14.34"S - 46°18'31.24"O (ponto 1) a 23°58'29.59"S – 46°22'07.87"O (ponto 15). As cidades de Santos e São Vicente têm uma precipitação anual de 4353,8 mm, na Latitude: 23^{o} 34', Longitude: 46^{o} 13' a Altitude de 10 metros; classificação climática de Koeppen: Af (ALVARES, 2013; CEPAGRI, 2015).

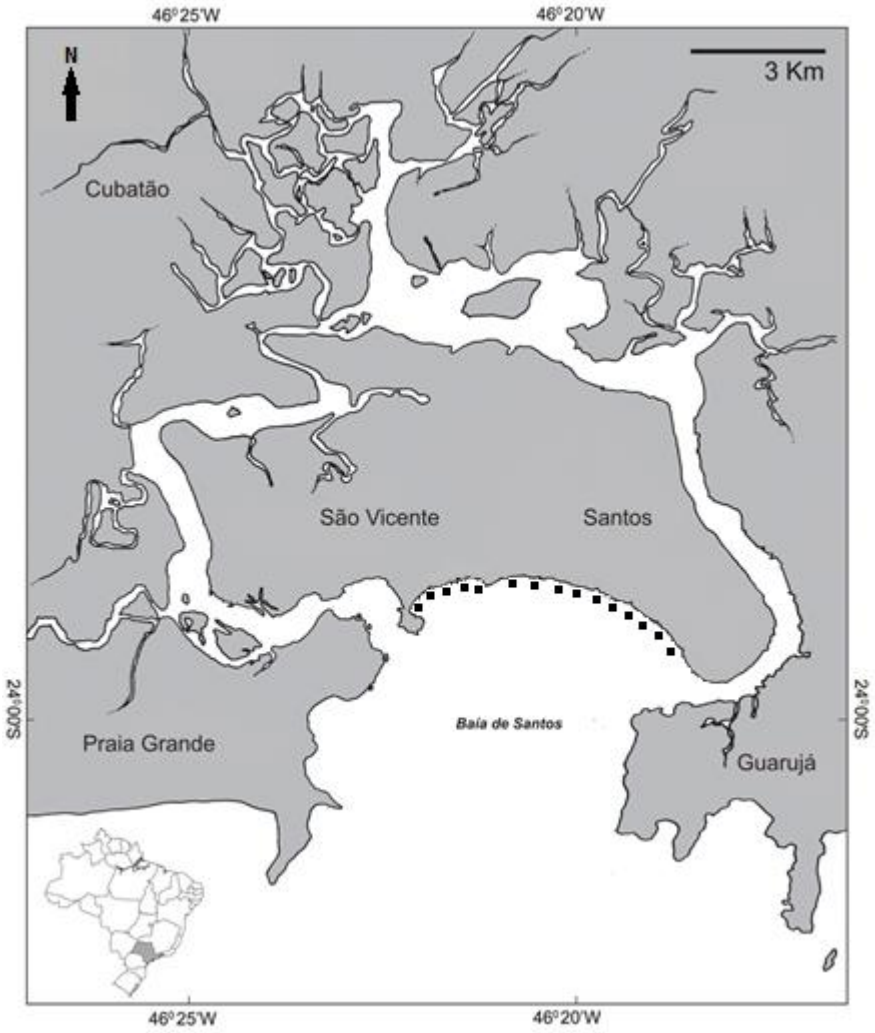

Figura 11: Baía de Santos (SP) com destaque para os quinze pontos amostrados na zona de arrebentação das praias de Santos e São Vicente, SP.

Fazem parte desse complexo estuarino, áreas de manguezal, Baías de São Vicente e de Santos, o Mar Pequeno, os rios Bugres, Piassubuçú, Branco, Cacheta, Emídio, Cruz, Cobras, Cubatão, Cubatão de Baixo, Cubatão de Cima, Pilões, Branco de Cima, Acarau de Baixo, Acarau de Cima, Tapuá, Santana, Guaramar e Pompeba e os córregos: Divisa e Mãe Maria, o Ribeirão Cagecas, a Cachoeira de Itu e o Canal Barreiros (PREFEITURA DE SÃO VICENTE, 2014).

O complexo Estuarino de Santos é considerado como uma importante região comercial de pescado no sudeste do Brasil, embora sofra com as influências das pressões antrópicas, como o turismo crescente, o porto, atividades agrícolas, comerciais e industriais (PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995). Soma-se a esta questão a destruição dos manguezais da região, poluição advindas dos canais e redes fluviais, palafitas e favelas, falta de consciência ambiental e de fiscalização, entre outros.

3.2 COLETA DE DADOS

Os peixes foram amostrados em 15 pontos na Baía de Santos em Fevereiro (três dias) e Julho (dois dias) de 2015, caracterizando os períodos de verão e inverno, respectivamente (IBAMA, Licença n° 46994-1 SISBIO/IBAMA/MMA). Foi utilizada uma rede de arrasto do tipo picaré, com malha 2,4 cm, 30 m de comprimento, 2 m de altura e 2 m no ensacador. O esforço de coleta foi padronizado em cada ponto, realizando-se um arrasto diurno durante a maré-baixa, paralelamente à costa, até a profundidade de 1,5 m. Os 15 pontos foram posicionados de forma sistemática a cada 500 metros desde a Ponta da Praia (Santos) até a Praia de Itararé (São Vicente), sendo que cada arrasto teve duração de 20 minutos ao longo de 200 metros. Após capturados os peixes foram anestesiados com solução de óleo de cravo, acondicionados em sacos plásticos etiquetados e mantidos em isopores com gelo até o Laboratório de Pesquisas Biológicas (LAPEBio) da UNISANTA, onde foram fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Santa Cecília (CEUA UNISANTA 04/2015).

No laboratório os peixes foram identificados utilizando bibliografia especializada como Figueiredo & Menezes (1978), Figueiredo & Menezes (1980, 2000), Menezes & Figueiredo (1980, 1985), Menezes *et al*. (2003, 2015), Nelson (2006) e Eschmayer (2016). Posteriormente, foram mensurados quanto ao comprimento total e padrão (mm) e pesados (g). Exemplares testemunho de cada espécie foram depositados na Coleção Científica Regional de Peixes da Região da Costa da Mata Atlântica (Baixada Santista) do Acervo Zoológico da Universidade Santa Cecília (AZUSC).

3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Com o intuito de relacionar as variáveis ambientais com a distribuição da comunidade de peixes nas zonas de arrebentação, foram mensurados em cada ponto de coleta os seguintes descritores físicos e químicos da água: salinidade, temperatura (°C), pH, condutividade (MS.cm-1) e turbidez (NTU), utilizando-se uma sonda multiparâmetros Horiba (modelo U10). Em cada ponto foi coletada água em frasco âmbar e o oxigênio mensurado em um Oxímetro no Laboratório de Ecotoxicologia (LECOTOX) da UNISANTA.

As amostras de sedimento para a análise de composição granulométrica e do teor de matéria orgânica foram coletadas e individualizadas em sacos plásticos, etiquetadas por pontos e armazenadas em caixas térmicas com gelo picado, sendo posteriormente mantidas em congelador até o momento das análises, impedindo assim a perda de matéria orgânica do sedimento. No laboratório, depois de descongeladas, as amostras foram transferidas para recipientes de alumínio e mantidas em estufa à 70ºC por, aproximadamente, 72 horas até a perda completa de água.

Para a determinação do teor de matéria orgânica do substrato foi utilizada uma amostra de 10 gramas de cada ponto, previamente secas em estufa, depositadas em cadinhos de porcelana e submetidas à mufla com uma temperatura de 500° C por três horas. Posteriormente, cada amostra foi novamente pesada obtendo-se, pela diferença de peso, o teor de matéria orgânica do sedimento em gramas, o qual foi posteriormente convertido em porcentagem.

Para a granulometria, foram separados 300 g do sedimento e cada sub amostra foi submetida à técnica de peneiramento diferencial, que consiste na passagem do sedimento por seis peneiras de malhas de diferentes diâmetros, dispostas em ordem decrescente. Estas foram colocadas em um “agitador de peneiras” durante 5 minutos, obtendo-se a separação dos grânulos de diferentes diâmetros do sedimento em cada peneira, cujos conteúdos foram novamente pesados, permitindo o registro da porcentagem média em cada uma, sendo o valor da fração silte + argila equivalente à diferença do peso total. As classes de diâmetro das malhas das peneiras foram de: 1,18 mm, 600 µm, 425 µm, 300 µm, 150 µm, 75 µm e silte + argila. Segundo Wentworth (1922), a fração areia classifica-se em: areia muito grossa: 1.000 a 2.000 µm; areia grossa: 500 a 1.000 µm; areia média: 250 a 500 µm; areia fina: 125 a 250 µm; areia muito fina: 62 a 125 µm. O diâmetro médio do grão foi calculado como a média de cada classe de diâmetro ponderada pela sua fração na amostra.

Para medir o comprimento da zona de arrebentação foi utilizado o aplicativo Google Earth (ferramenta régua), a partir da quebra da onda até o raso, dentro da área de coleta de 200 metros nos 15 pontos. A mensuração foi feita com a imagem (ferramenta imagens históricas) do dia exato (verão), ou mais próximo da coleta (inverno) (Figuras 12 e 13).

Figura 12: Pontos de coletas (1 a 15) na Baía de Santos. As linhas amarelas representam o comprimento mensurado da zona de arrebentação no verão. Altitude do ponto de visão 5,11 km. Foto registrada em 10 de fevereiro de 2015. Fonte: GOOGLE (2015).

Figura 13: Pontos de coletas (1 a 15) na Baía de Santos. As linhas azuis representam o comprimento da zona de arrebentação mensurado no inverno. Pontos e linhas, altitude do ponto de visão 5.54 km. Foto registrada em 17 de junho de 2015. Fonte: GOOGLE (2015).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para comparar os valores médios das variáveis ambientas entre verão e inverno foi utilizado o teste t e, nos casos em que a variância foi heterogênea, utilizamos o teste t de Welch. Comparamos o tamanho dos peixes entre as épocas do ano utilizando o teste t. Uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada para descrever os padrões de correlação entre as variáveis ambientais.

Curvas de rarefação foram utilizadas para comparar a riqueza de espécies no verão e inverno e o índice Chao 1 para estimar a riqueza de espécies na Baía. O intervalo de confiança (IC) para o estimador Chao 1 foi calculado por $S_{chao} \pm SE \times 1.96$. Uma curva de acumulação foi aplicada a todas as amostras para avaliar a eficiência das coletas.

A diversidade de espécies por ponto de coleta foi calculada pelo índice de riqueza de espécies de Margalef (Mg) e por dois índices baseados na abundância proporcional das espécies: diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 2013). Os índices de diversidade e os valores de abundância, comprimento padrão e peso por ponto foram utilizados em uma PCA para avaliar sua estrutura de correlação. Uma PERMANOVA foi utilizada para verificar se existe diferença entre as épocas do ano utilizando a matriz de distância Euclidiana dos valores padronizados o que é equivalente às distâncias entre pontos preservados pela PCA (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). A significância foi avaliada por meio de 1000 permutações.

Uma análise de correspondência (CA) foi utilizada para descrever a estrutura de associação entre espécies. Testes de Mantel parciais foram feitos para avaliar a influência puramente das variáveis ambientais, controlando o efeito do espaço e para testar a influência puramente espacial, controlando o efeito das variáveis ambientais. O teste de Mantel parcial é vantajoso caso as variáveis ambientais estejam estruturadas espacialmente (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). O nível de significância considerado foi α = 5% e os testes foram feitos separadamente para o verão e inverno. Todas as análises foram feitas no software R – versão 3.2.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

4. RESULTADOS

4.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Os valores médios, desvio padrão e teste t das variáveis abióticas mensuradas no verão e no inverno são apresentados na Tabela 1. Os valores foram similares entre as épocas e significativamente diferentes para o comprimento da zona de arrebentação, temperatura e pH (Tabela 1).

A distribuição espacial do teor da matéria orgânica e os valores médios granulométricos do sedimento apresentaram pequena variação, com predominância de sedimentos muito finos.

Tabela 1. Média, desvio padrão (DP) e teste t dos valores de oxigênio (mg/l), temperatura (^{o}C), salinidade, condutividade (µs.s-1), turbidez (NTU), pH, matéria orgânica, granulometria e comprimento da zona de arrebentação (ZA), para os quinze pontos amostrados no verão e inverno na Baía de Santos, SP. Em negrito os valores com diferença significativa p<0.05.

	Verão		Inverno		
Variáveis	**Média**	**DP**	**Média**	**DP**	**Teste t**
Oxigênio	5,99	0,27	6,42	0,75	t = 2,08; p = 0,052
Temperatura	**28,68**	**1,18**	**22,4**	**0,95**	**t = 15.96; p <0,001**
Salinidade	24,72	0,69	24,84	0,36	t = 0,59; p = 0,560
Condutividade	38,68	0,99	38,86	0,58	t = 0,60; p = 0,550
Turbidez	60,46	35,50	91,50	87,17	t =1.27; p = 0,217
pH	**7,82**	**0,20**	**7,67**	**0,12**	**t = 2.42; p = 0.023**
Matéria orgânica	0,15	0,05	0,17	0,038	t = 0.71; p = 0.479
Granulometria	123,45	33,67	134,25	45,15	t = 0.70; p = 0.485
ZA	**92,10**	**60,80**	**201,60**	**109,24**	**t = 3.61; p = 0,001**

Na figura 14, as diferenças do comprimento da zona de arrebentação, pH e temperatura ficam evidente entre as épocas de verão e inverno.

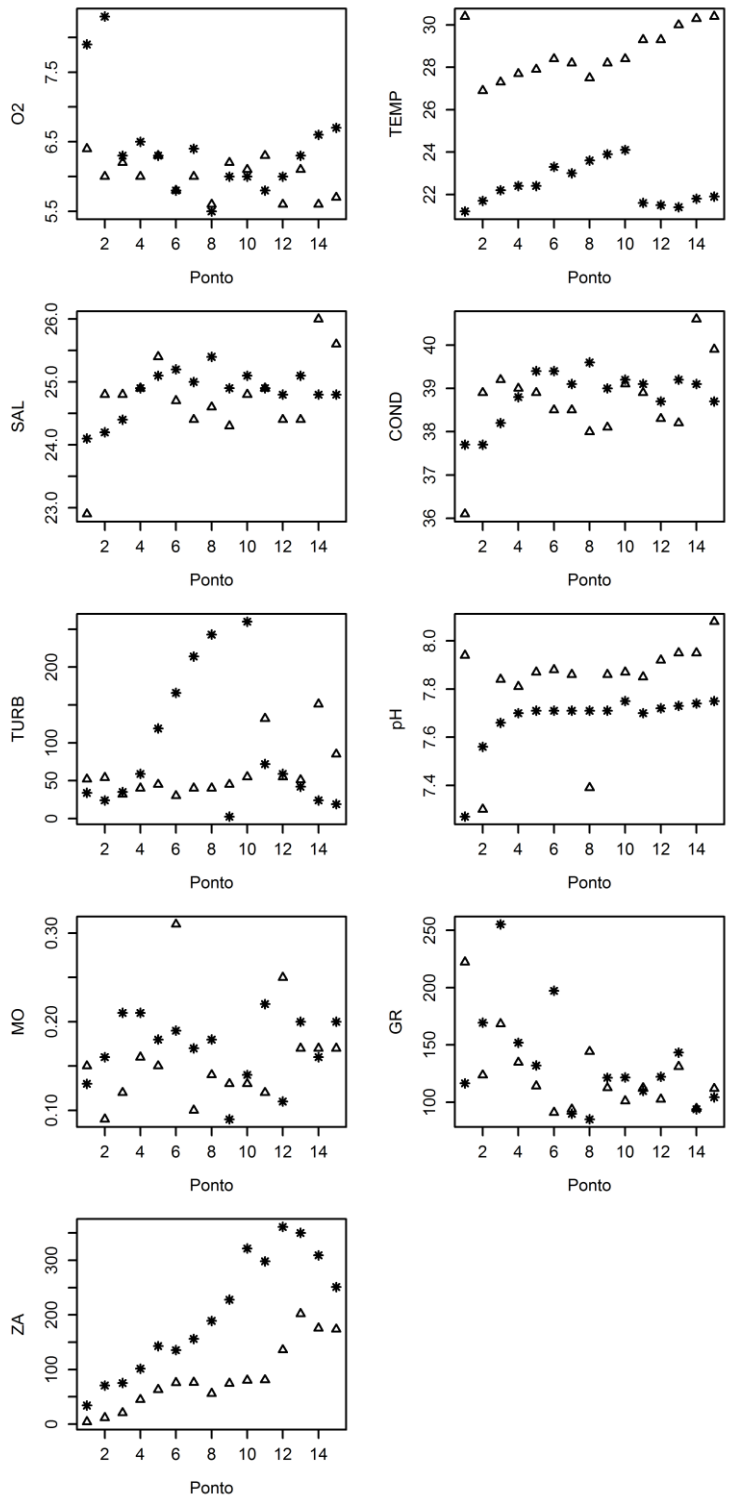

Figura 14: Variáveis abióticas ao longo da Baía de Santos, verão (∆) e inverno (*), com as siglas para oxigênio (O2), temperatura (TEMP), salinidade (SAL), condutividade (COND), turbidez (TURB), pH, matéria orgânica (MO), granulometria (GR) e comprimento da zona de arrebentação (ZA) na Baía de Santos, SP.

Na análise de componentes principais (PCA) o primeiro eixo explicou 39% da variabilidade do padrão de correlação entre as variáveis ambientais. Salinidade e condutividade foram altamente correlacionadas entre si no extremo positivo do eixo 1, enquanto oxigênio e granulometria estiveram associadas ao extremo negativo do eixo 1, porém pouco relacionadas entre si. O segundo eixo explicou 16% da variação sendo correlacionado às variáveis pH e matéria orgânica (Figura 15).

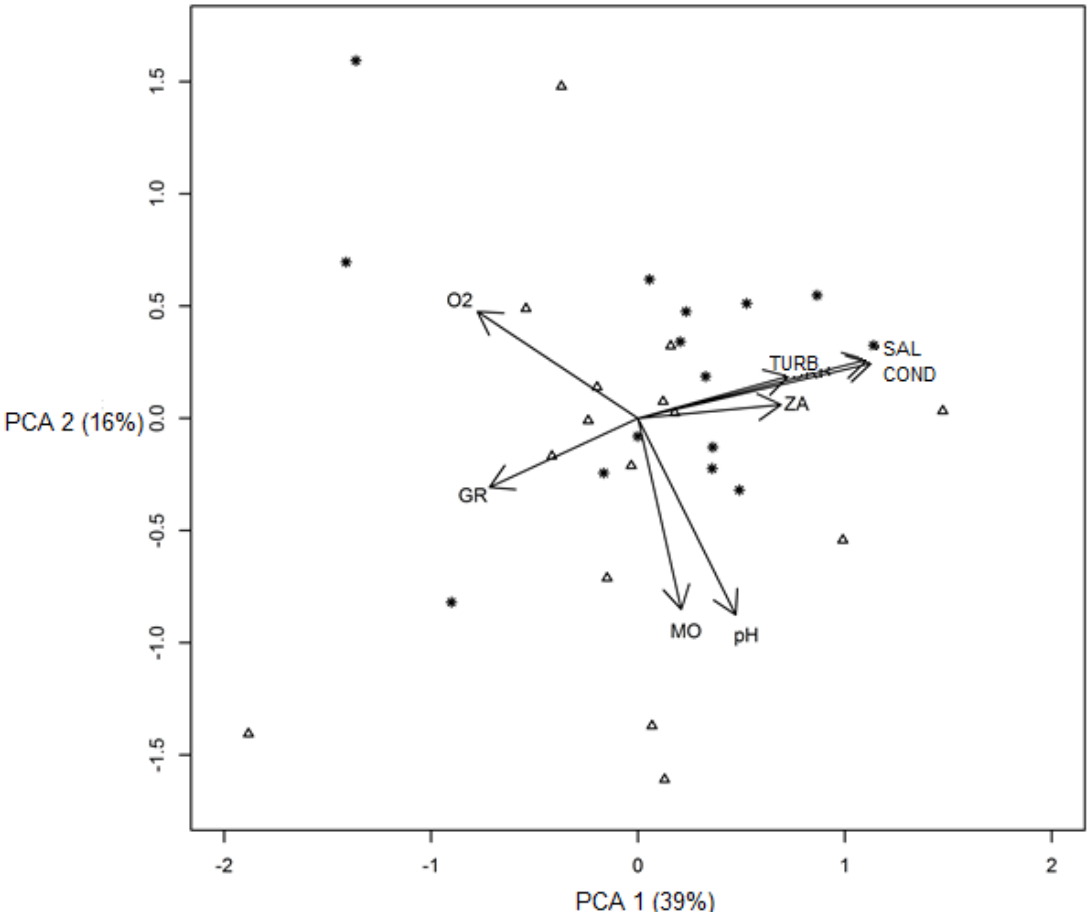

Figura 15: Projeção dos escores dos eixos 1 e 2 das variáveis ambientais e dos pontos de coleta durante o verão (∆) e inverno (*) com as siglas para oxigênio (O2), salinidade (SAL), condutividade (COND), turbidez (TURB), pH, matéria orgânica (MO), granulometria (GR) e comprimento da zona de arrebentação (ZA) na Baía de Santos, SP.

Quando analisada a distribuição dos 30 pontos amostrados durante o verão e o inverno de 2015 na Baía de Santos, observamos que existe uma relação positiva com o eixo 1 da PCA dos pontos 1 (Ponta da Praia) e 7 (canal 4). A partir deste ponto a relação entre o eixo da PCA e a disposição espacial dos pontos torna-se menos evidente (Figura 16).

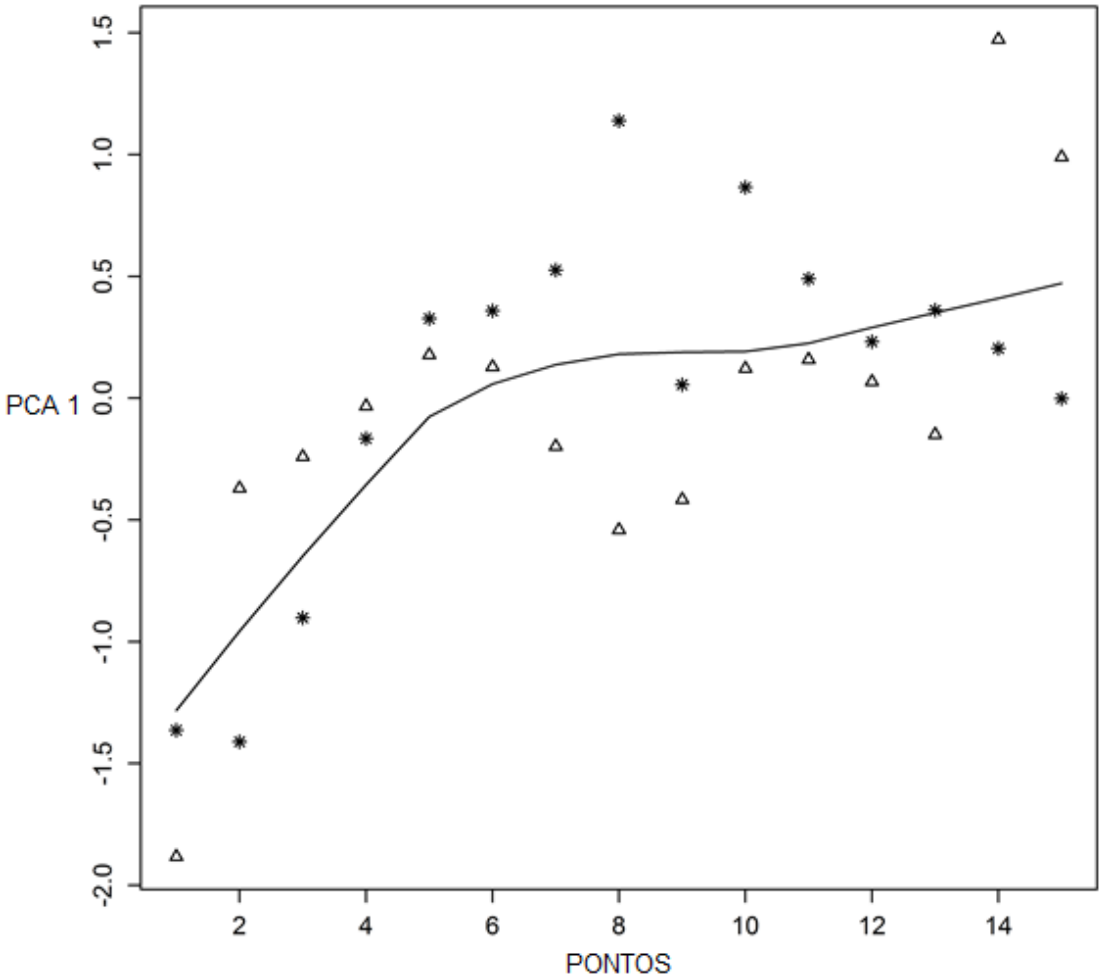

Figura 16: Relação entre o Eixo 1 da PCA e a disposição espacial nos períodos de verão (∆) e inverno (*).

4.2 ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA ICTIOFAUNA

Foram capturados 3741 peixes da classe Actinopterigii, distribuídos em 10 ordens, 8 subordens, 18 famílias, 33 gêneros e 43 espécies. No verão foram amostradas 35 espécies e no inverno 31 (Tabela 2).

Tabela 2. Números de táxons da ictiofauna amostrada na Baía de Santos, SP nos períodos de verão e inverno de 2015.

	Verão	Inverno
Ordem	10	9
Subordem	8	8
Família	17	15
Gênero	28	25
Espécie	35	31

Trachinotus carolinus e *Mugil curema* foram espécies muito representativas nas duas estações amostradas. No verão *M. brevirostris* foi bastante abundante (N = 222) e no inverno, *Genidens barbus* (N = 822) e *Harengula clupeola* (N = 548) (Tabela 3). *Harengula clupeola, Genidens barbus, Trachinotus carolinus* representam mais de 56% do total capturado. As espécies menos frequentes na captura foram *Engraulis anchoita, Mugil curvidens, Larimus breviceps, Micropogonias furnieri, Paralonchurus brasiliensis, Stellifer rastrifer, Sphoeroides greeleyi* e *Chilomycterus spinosus* com apenas 0,03% cada.

Tabela 3. Composição de famílias, espécies, número de indivíduos e abundância relativa (%) da ictiofauna capturada na zona de arrebentação da Baía de Santos, SP. Em negrito as espécies mais abundantes.

Família	Espécies	Verão	Inverno	Total	%
Elopidae	*Elops smithi* McBride, Rocha, Ruiz-Carus & Bowen, 2010	7	0	7	0,19
Albulidae	*Albula vulpes* (Linnaeus, 1758)	20	3	23	0,61
Pristigasteridae	*Chirocentrodon bleekerianus* (Poey, 1867)	7	0	7	0,19
	Pellona harroweri (Fowler, 1917)	3	0	3	0,08
Engraulidae	*Anchoa januaria* (Steindachner, 1879)	0	46	46	1,23
	Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)	4	0	4	0,11
	Engraulis anchoita Hubbs & Marini, 1935	1	0	1	0,03
Clupeidae	*Harengula clupeola* (Cuvier, 1829)	13	**548**	561	**15,01**
Ariidae	*Genidens barbus* (Lacepède, 1803)	12	**822**	834	**22,31**
Mugilidae	*Mugil brevirostris* Miranda Ribeiro, 1915	**222**	61	283	7,57
	Mugil curema Valenciennes, 1836	**158**	**195**	353	9,45
	Mugil curvidens Valenciennes, 1836	0	1	1	0,03
	Mugil liza Valenciennes, 1836	6	3	9	0,24
Atherinopsidae	*Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825)	20	26	46	1,23
	Odontesthes argentinensis (Valenciennes, 1835)	2	31	33	0,88
Hemiramphidae	*Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1841)	1	13	14	0,37
Carangidae	*Caranx hippos* (Linnaeus, 1766)	**125**	0	125	3,34
	Caranx latus Agassiz, 1831	0	2	2	0,05
	Chloroscombrus chrysurus (Linnaeus, 1766)	3	17	20	0,53
	Oligoplites saliens (Bloch, 1793)	49	28	77	2,06
	Oligoplites saurus (Bloch & Schneider, 1801)	10	0	10	0,27
	Selene vomer (Linnaeus, 1758)	25	3	28	0,75
	Trachinotus carolinus (Linnaeus, 1766)	**296**	**402**	698	**18,67**
	Trachinotus falcatus (Linnaeus, 1758)	51	0	51	1,36
	Trachinotus goodei Jordan & Evermann, 1896	50	44	94	2,51
Lobotidae	*Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790)	2	0	2	0,05
Haemulidae	*Conodon nobilis* (Linnaeus, 1758)	2	47	49	1,31
	Haemulopsis corvinaeformis (Steindachner, 1868)	9	88	97	2,59
Polynemidae	*Polydactylus oligodon* (Günther, 1860)	10	7	17	0,45
	Polydactylus virginicus (Linnaeus, 1758)	15	20	35	0,94
Sciaenidae	*Larimus breviceps* Cuvier, 1830	0	1	1	0,03
	Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)	35	28	63	1,69
	Menticirrhus littoralis (Holbrook, 1847)	79	26	105	2,81
	Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823)	1	0	1	0,03
	Paralonchurus brasiliensis (Steindachner, 1875)	1	0	1	0,03
	Stellifer brasiliensis (Schultz, 1945)	2	0	2	0,05
	Stellifer rastrifer (Jordan, 1889)	0	1	1	0,03
	Umbrina coroides Cuvier, 1830	0	2	2	0,05
Ephippidae	*Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)	9	7	16	0,43
Paralichthyidae	*Etropus crossotus* Jordan & Gilbert, 1882	9	4	13	0,33
Tetraodontidae	*Lagocephalus laevigatus* (Linnaeus, 1766)	3	1	4	0,11
	Sphoeroides greeleyi Gilbert, 1900	0	1	1	0,03
Diodontidae	*Chilomycterus spinosus* (Linnaeus, 1758)	0	1	1	0,03

As famílias com maior número de espécies foram Carangidae (9), Sciaenidae (8), Mugilidae (4) e Engraulidae (3). A importância em peso foi maior em Mugilidae, Carangidae, Ariidae, Clupeidae e Sciaenidae. Quanto à abundância as famílias mais representativas foram Carangidae (N = 1105) principalmente nas espécies *Caranx hippos, Trachinotus goodei, Oligoplites saliens, Trachinotus carolinus*, Ariidae (N = 834), com destaque para o bagre *Genidens barbus*, Mugilidae (N = 646) e Clupeidae (N = 561) com o abundante *Harengula clupeola* (Figura 17).

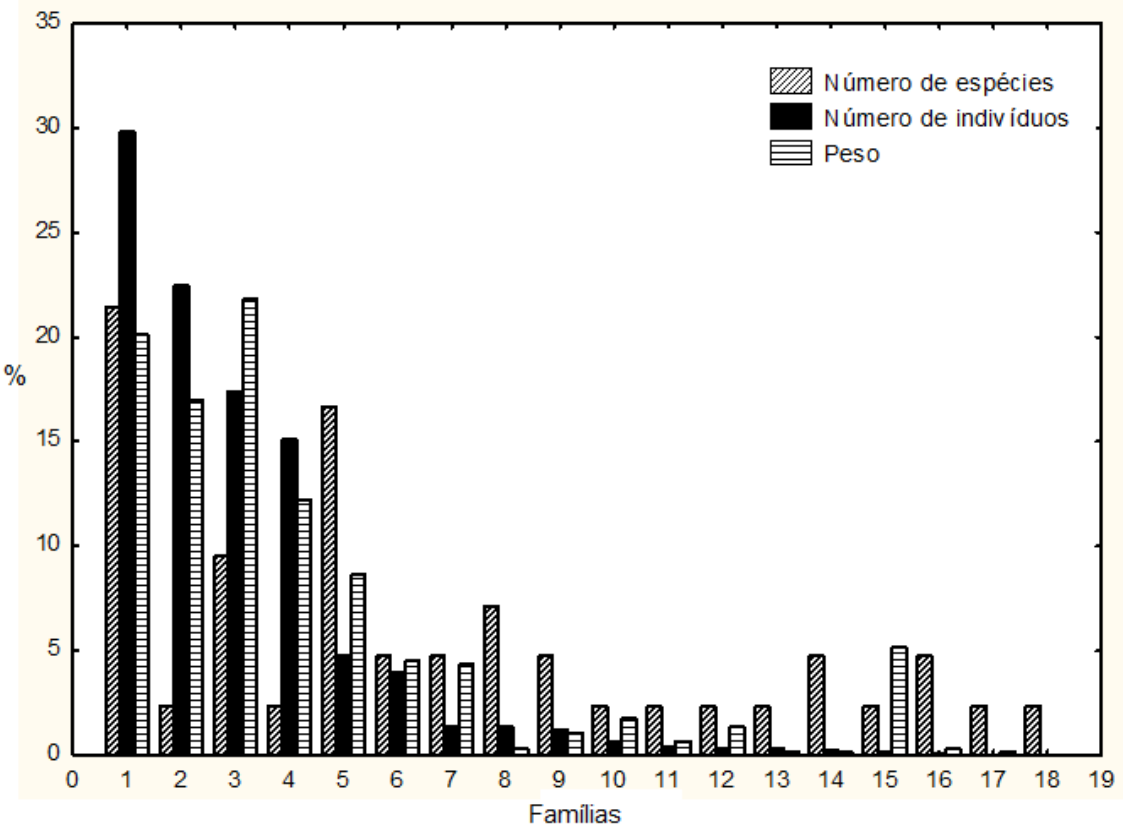

Figura 17: Representatividade com percentual das famílias na amostragem na zona de arrebentação na Baía de Santos, durante o verão e o inverno de 2015. 1- Carangidae, 2- Ariidae, 3- Mugilidae, 4- Clupeidae, 5- Sciaenidae, 6- Haemulidae, 7- Polynemidae, 8- Engraulidae, 9- Atherinopsidae, 10- Albulidae, 11- Ephippidae, 12- Hemiramphidae, 13- Paralichthyidae, 14- Pristigasteridae, 15- Elopidae, 16- Tetraodontidae, 17- Lobotidae, 18- Diodontidae.

Na relação entre abundância e frequência de ocorrência no verão o no inverno, as espécies *Trachinotus carolinus, Caranx hippos, Menticirrhus littoralis, Mugil brevirostris, Trachinotus falcatus e Trachinotus goodei* estiveram entre as mais abundantes e amplamente distribuídas na zona de arrebentação da Baía de Santos, enquanto no verão destacaram-se *Harengula clupeola,*

Trachinotus carolinus, Trachinotus goodei e *Genidens barbus* (Figuras 18 e 19).

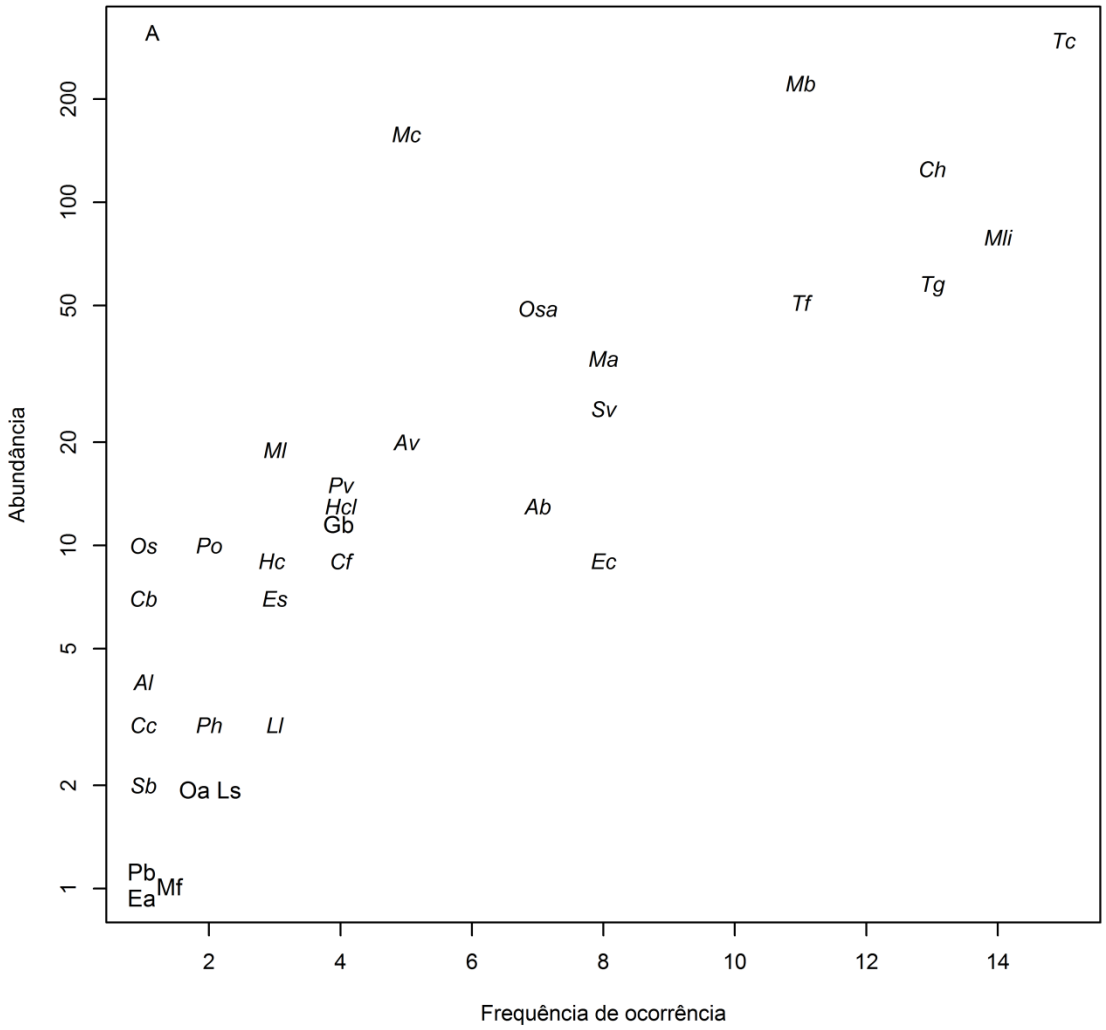

Figura 18: Relação entre abundância (log) e frequência de ocorrência no verão. Espécies e siglas das espécies capturadas no verão e inverno: Ab - *Atherinella brasiliensis,* Aj - *Anchoa januaria,* Al - *Anchoviella lepidentostole,* Av - *Albula vulpes,* Cb - *Chirocentrodon bleekerianus*, Cc - *Chloroscombrus chrysurus*, Cf - *Chaetodpterus faber*, Ch - *Caranx hippos*, Cl - *Caranx latus*, Cn - *Conodon nobilis*, Cs - *Chilomycterus spinosus*, Ea - *Engraulis anchoita*, Ec - *Etropus crossotus*, Es - *Elops smithi*, Gb - *Genidens barbus*, Hc - *Haemulopsis corvinaeformis*, Hcl - *Harengula clupeola*, Hu - *Hyporhamphus unifasciatus*, Lb - *Larimus breviceps*, Ll - *Lagocephalus laevigatus*, Ls - *Lobotes surinamensis*, Ma - *Menticirrhus americanus,* Mb - *Mugil brevirostris*, Mc - *Mugil curema*, Mcv - *Mugil curvidens*, Mf - *Micropogonias furnieri*, Ml - *Mugil liza*, Mli - *Menticirrhus littoralis*, Oa - *Odontesthes argentinensis*, Os - *Oligoplites saurus*, Osa - *Oligoplites saliens*, Pb - *Paralonchurus brasiliensis*, Ph - *Pellona harroweri,* Po - *Polydactylus oligodon*, Pv - *Polidactylus virginicus*, Sb - *Steliffer brasiliensis,* Sg - *Sphoeroides greeleyi*, Sr - *Stellifer rastrifer*, Sv - *Selene vomer*, Tc - *Trachinotus carolinus,* Tf - *Trachinotus falcatus*, Tg - *Trachinotus goodei,* Uc - *Umbrina coroides*.

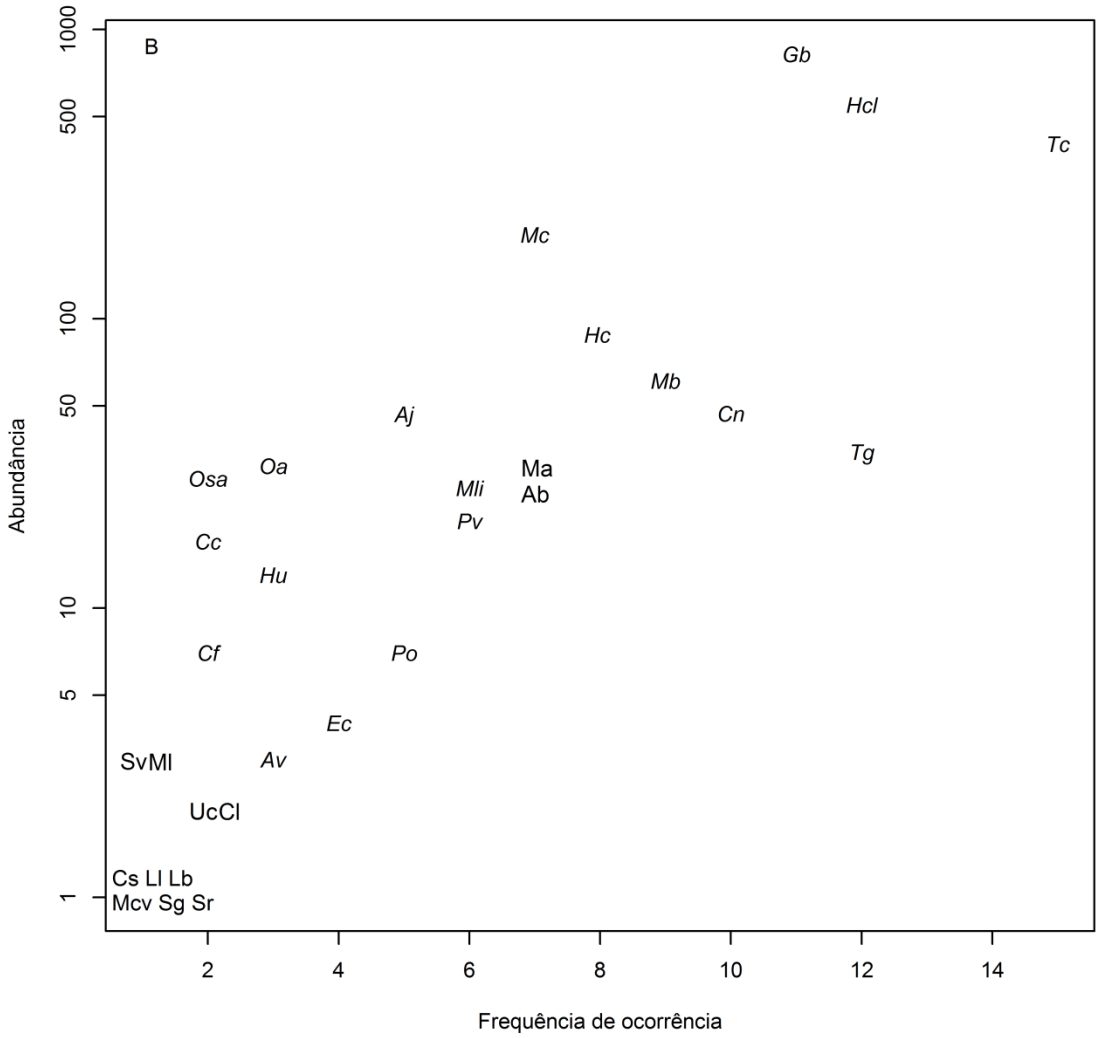

Figura 19: Relação entre abundância (log) e frequência de ocorrência no inverno. Relação das siglas está apresentada na Figura 18.

Elops smithi foi a espécie com maior comprimento padrão médio com 275,85 mm (dp 59 mm) no verão, seguida de *Hyporhamphus unifasciatus* com 257 mm, (1 indivíduo) e *Paralonchurus brasiliensis* com 142 mm (1 indivíduo). No inverno destacam-se *Hyporhamphus unifasciatus 66 mm* (dp 33 mm), *Stellifer rastrifer* 154 mm (1 indivíduo), *Albula vulpes* com 129 mm (dp 17 mm). Todas essas espécies tiveram baixa frequência de ocorrência com três indivíduos ou menos. Por outro lado, *Trachinotus carolinu*s e *T. falcatus* tiveram os menores comprimentos padrão, contudo foram muito frequentes no verão, ocorrendo em mais de 11 pontos. No inverno *Chilomycterus spinosus* e *Mugil liza* foram as menores espécies e pouco frequentes na Baía de Santos (Tabela 4).

Em relação à frequência de ocorrência da ictiofauna, apenas *Trachinotus carolinus* ocorreu em todos os 15 pontos nas duas épocas, representando 23,5% da abundância no verão e 16,2% no inverno.

Elops smithi, Chirocentrodon bleekerianus, Pellona harroweri, Anchoviella lepidentostole, Engraulis anchoita, Caranx hippos, Oligoplites saurus, Trachinotus falcatus, Lobotes surinamensis, Micropogonias furnieri, Paralonchurus brasiliensis e *Stellifer brasiliensis* ocorreram exclusivamente no verão. *Anchoa januaria, Mugil curvidens, Caranx latus, Larimus breviceps, Stellifer rastrifer, Umbrina coroides, Sphoeroides greeleyi* e *Chilomycterus spinosus* ocorreram exclusivamente no inverno.

No verão *Mugil brevirostris* apresentou o maior peso total entre todas as espécies com 23,4%. *Trachinotus carolinus, Menticirrhus littoralis, Caranx hippos, T. goodei, Mugil brevirostris* e *T. falcatus* foram as mais frequentes, perfazendo 44,8% do total, o que equivale a mais de dois terços do total na amostragem (Tabela 4).

Tabela 4: Comprimento padrão médio (CP, mm), desvio padrão (dp), peso total (P, g) e frequência de ocorrência (Fo) das espécies amostradas no verão e no inverno na Baía de Santos, SP.

	Verão				Inverno			
Espécie	**CP**	**dp**	**P**	**Fo**	**CP**	**dp**	**P**	**Fo**
Albula vulpes	108,6	15	440,4	5	129	17	111,4	3
Anchoa januaria					53,1	19	100,3	5
Anchoviella lepidentostole	63	4	11,93	1				
Atherinella brasiliensis	56	20	43,16	7	79,26	20	182,3	8
Caranx hippos	64,23	33	1193	13				
Caranx latus					35	17	3,1	2
Chaetodipterus faber	50,44	12	126,7	4	53,42	19	86,19	2
Chilomycterus spinosus					29		2,96	1
Chirocentrodon bleekerianus	45,71	15	10,56	1				
Chloroscombrus chrysurus	47	12	9,37	1	57,35	14	70,23	2
Conodon nobilis	41,5	71	3,36	2	65,93	19	510,1	10
Elops smithi	275,85	59	1579	3				
Engraulis anchoita	59		2,5	1				
Etropus crossotus	59,44	23	42,99	8	62,25	18	19,25	4
Genidens barbus	76	41	249,7	4	72,28	19	4957,6	11
Haemulopsis corvinaeformis	46	38	21,71	3	69,6	17	855,1	8
Harengula clupeola	62,69	4	79,78	4	65,11	19	3662,1	12
Hyporhamphus unifasciatus	257		85,93	1	180,53	33	332,4	3
Lagocephalus laevigatus	65,66	4	35,02	3	62		3,18	1
Larimus breviceps					104		26,87	1
Lobotes surinamensis	86,5	35	60	2				
Menticirrhus americanus	71,31	34	384,2	8	92,64	20	433,4	8
Menticirrhus littoralis	80,55	35	976,3	14	98,26	19	556,4	6
Micropogonias furnieri	114		32,27	1				
Mugil brevirostris	69,74	34	2921	11	49,98	19	261,9	9
Mugil curema	42,3	51	476,9	5	76,6	19	2918,9	7
Mugil curvidens					54		3,42	1
Mugil liza	80	34	100	3	20		0,43	1
Odontesthes argentinensis	65	33	5,69	2	65,16	19	106,4	3
Oligoplites saliens	43,87	36	236,1	7	49,71	20	61,39	2
Oligoplites saurus	102,6	7	159,9	1				
Paralonchurus brasiliensis	142		58,29	1				
Pellona harroweri	91,66	19	34,83	2				
Polydactylus oligodon	57	21	50,78	2	71,85	19	65,77	5
Polydactylus virginicus	70,93	18	1064	4	70,65	18	155,1	6
Selene vomer	76,48	19	441,1	8	89,33	19	91,83	
Sphoeroides greeleyi					100		53,53	1
Stellifer brasiliensis	108		69,1	1				
Stellifer rastrifer					154		104,8	1
Trachinotus carolinus	36,97	16	708,4	15	42,68	20	1493,7	15
Trachinotus falcatus	38,29	23	288,2	11				
Trachinotus goodei	58,4	23	503,2	13	78,4	19	901,4	12
Umbrina coroides					52	21	6,12	2

No inverno *Genidens barbus* 27,3%, *Harengula clupeola* 20,2%, *Mugil curema* 16,1% foram as espécies que mais se destacaram, representando 63,6% do peso total (Tabela 4). Contudo a maior frequência de ocorrência foi de *Trachinotus carolinus, Harengula clupeola, T. goodei, Genidens barbus* e *Conodon nobilis*, com 39,2% do total entre as 31 espécies amostradas (Tabela 4).

No verão ocorreram os maiores valores de riqueza em comparação com o inverno, as curvas de rarefação obtidas entre verão e inverno evidenciaram um número de espécies mais elevado no verão (Figura 20). A riqueza estimada pelo índice Chao 1 para a Baía de Santos foi de 60,4 (Figura 21) com erro padrão de 13,93 espécies e intervalo de confiança entre 32,7 e 87,3. A riqueza estimada excedeu em quase 30 espécies o número registrado em cada períodos.

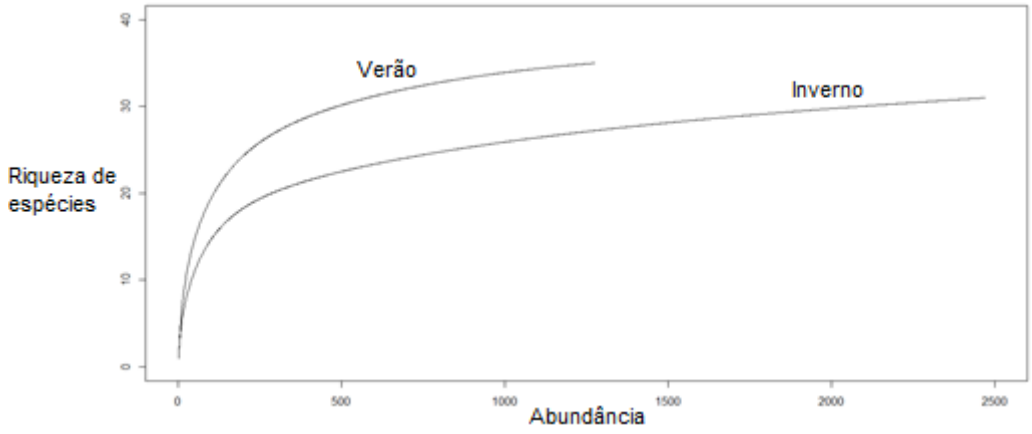

Figura 20: Curvas de rarefação entre a abundância e a riqueza de espécies amostradas no verão e no inverno na Baía de Santos, SP.

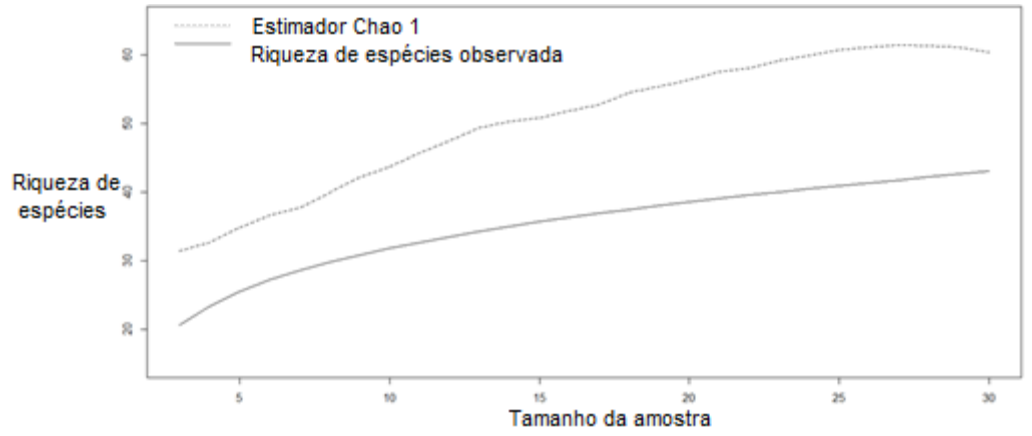

Figura 21: Curva de rarefação e comportamento do estimador Chao 1 para o aumento do esforço amostral nos 30 pontos amostrados na Baía de Santos, SP.

Na Figura 22 é apresentada a análise de componentes principais (PCA) para os resultados de riqueza (S), índices de diversidade de Shannon (H), de equabilidade de Pielou (J), de riqueza de Margalef (Mg), número total de indivíduos (N), peso total em gramas (PT) e comprimento padrão (CP) em cada ponto amostral no verão e inverno. O eixo 1 da PCA explicou 38,71% e o eixo 2 35,77% do padrão de variação. A riqueza de espécies esteve negativamente correlacionada ao comprimento padrão, enquanto abundância e peso totais estiveram negativamente correlacionados à equabilidade. Houve uma diferença significativa entre os períodos de verão e inverno (PERMANOVA, F = 4.1912; p = 0.004).

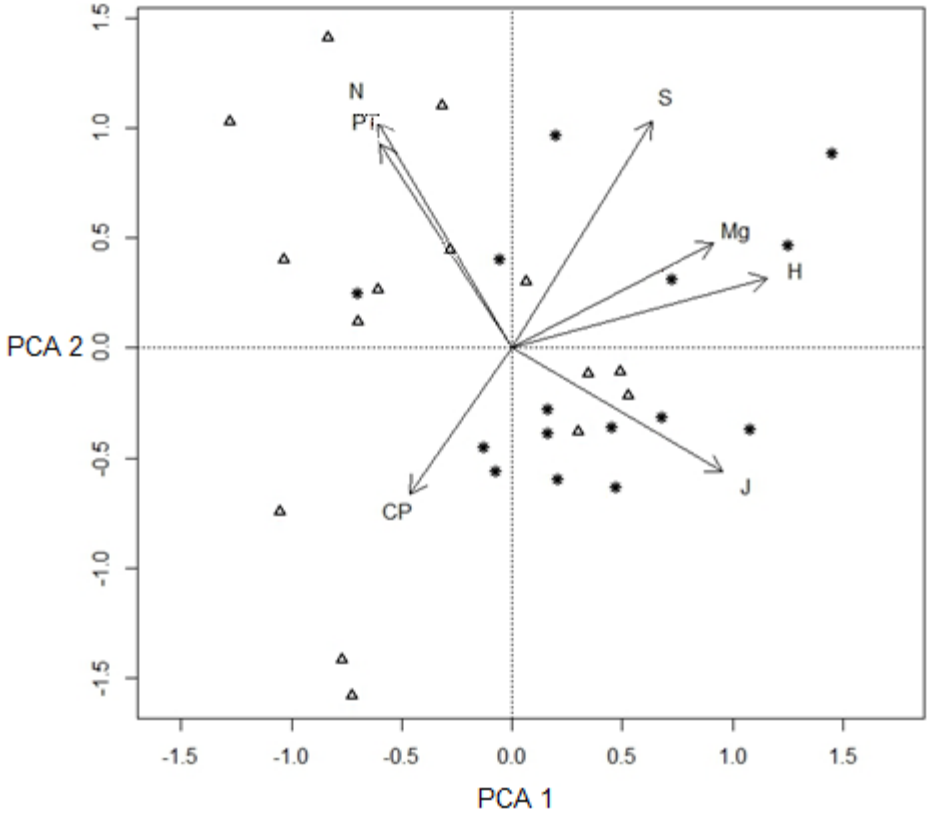

Figura 22: Análise de componentes principais (PCA) para a estrutura de correlação entre as medidas de diversidade, índices de diversidade de Shannon (H), de equabilidade de Pielou (J), de riqueza de Margalef (Mg), número total de indivíduos (N), peso total em gramas (PT), riqueza (S), e comprimento padrão (CP) em cada ponto amostral no verão e inverno.

A família Sciaenidae foi a que apresentou a maior quantidade de espécies demersais na zona de arrebentação, enquanto Carangidae possui a maior quantidade de espécies pelágicas, cada uma sendo representada por 8 espécies na Baía de Santos. A única espécie classificada como bentônica,

segundo a literatura, foi *Etropus crossotus*, um linguado (Tabela 5). A maioria das espécies capturas suportam amplas faixas de variação de salinidade.

Tabela 5. Habitat de cada espécie capturada na zona de arrebentação da Baía de Santos.

Gênero/espécie	Água doce	Estuarino	Marinho	Pelágico	Demersal	Bentônico
Elops smithi		x	x	x		
Albula vulpes		x	x		x	
Chirocentrodon bleekerianus		x	x	x		
Pellona harroweri		x	x	x		
Anchoa januaria		x	x	x		
Anchoviella lepidentostole	x	x	x	x		
Engraulis anchoita			x	x		
Harengula clupeola		x	x	x		
Genidens barbus		x	x		x	
Mugil brevirostris	x	x	x	x		
Mugil curema	x	x	x	x		
Mugil curvidens			x	x		
Mugil liza	x	x	x	x		
Atherinella brasiliensis		x	x	x		
Odontesthes argentinensis	x	x	x	x		
Hyporhamphus unifasciatus		x	x	x		
Caranx hippos	x	x	x	x		
Caranx latus	x	x	x	x		
Chloroscombrus chrysurus		x	x	x		
Oligoplites saliens		x	x	x		
Oligoplites saurus	x	x	x	x		
Selene vomer		x	x		x	
Trachinotus carolinus		x	x	x		
Trachinotus falcatus		x	x	x		
Trachinotus goodei			x	x		
Lobotes surinamensis		x	x		x	
Conodon nobilis	x	x	x		x	
Haemulopsis corvinaeformis		x	x		x	
Polydactylus oligodon		x	x		x	
Polydactylus virginicus		x	x		x	
Larimus breviceps	x	x	x		x	
Menticirrhus americanus		x	x		x	
Menticirrhus littoralis		x	x		x	
Micropogonias furnieri	x	x	x		x	
Paralonchurus brasiliensis		x	x		x	
Stellifer brasiliensis		x	x		x	
Stellifer rastrifer		x	x		x	
Umbrina coroides		x	x		x	
Chaetodipterus faber	x	x	x		x	
Etropus crossotus		x	x			x
Lagocephalus laevigatus		x	x		x	
Sphoeroides greeleyi		x	x		x	
Chilomycterus spinosus			x		x	

Referências: Corrêa (1987), Eschmayer (2016), Figueiredo & Menezes (1978), Menezes & Figueiredo (1980 a, b), Figueiredo & Menezes (2000), Froese & Pauly (1999), Menezes & Figueiredo (1985), Menezes *et al.* (2015), Nelson (2006).

No verão o eixo 1 da CA explicou cerca de 23,54 % da estrutura de associação entre as espécies enquanto o eixo 2 explicou 19,11%. Dois grupos destacaram-se, sendo que a maioria das espécies se encontra no primeiro grupo e apenas *Oligoplites saliens, Conodon nobilis, Odontesthes argentinensis, Polydactylus oligodon, Anchoviella lepidentostole, Chirocentrodon bleekerianus, Selene vomer* formaram o segundo grupo, mais associadas ao ponto 13 (próximo ao Teleférico) (Figuras 23 e 24).

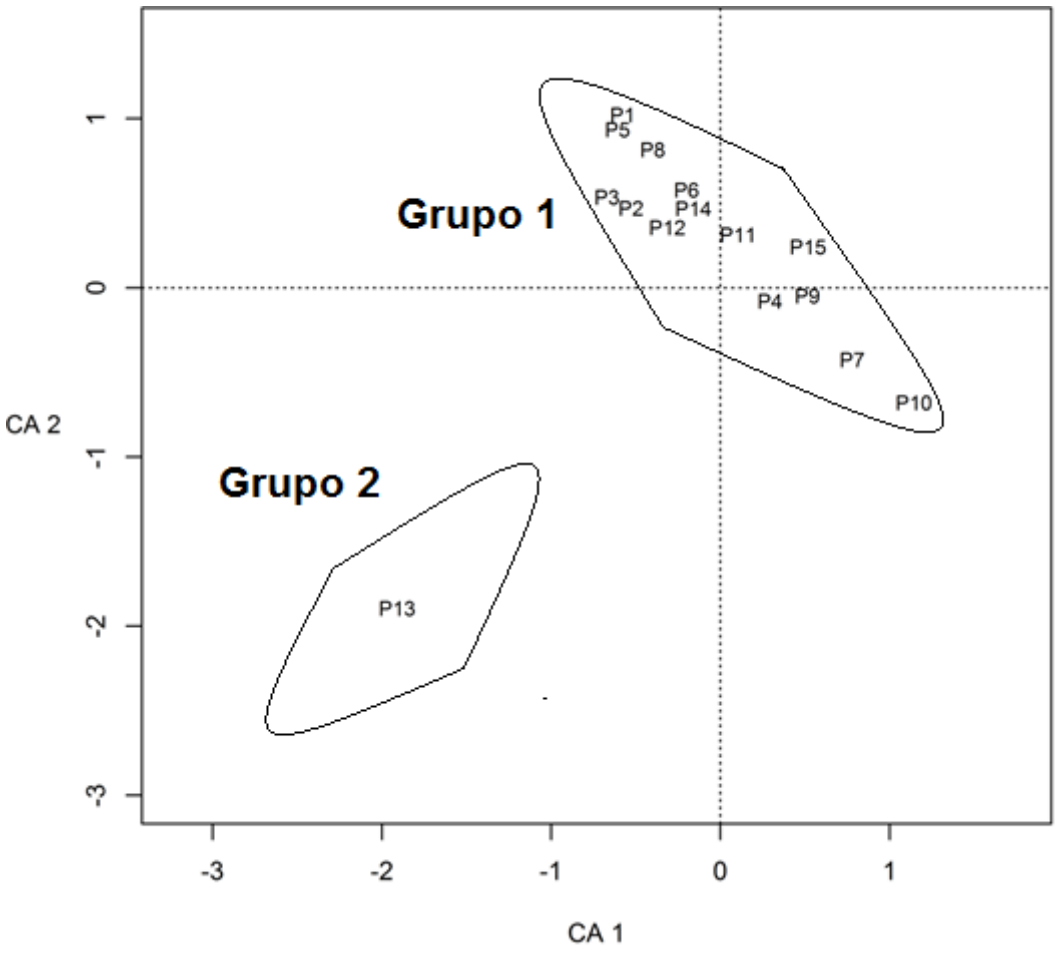

Figura 23: Pontos amostrados na zona de arrebentação da Baía de Santos distribuídos nos eixos da CA no verão.

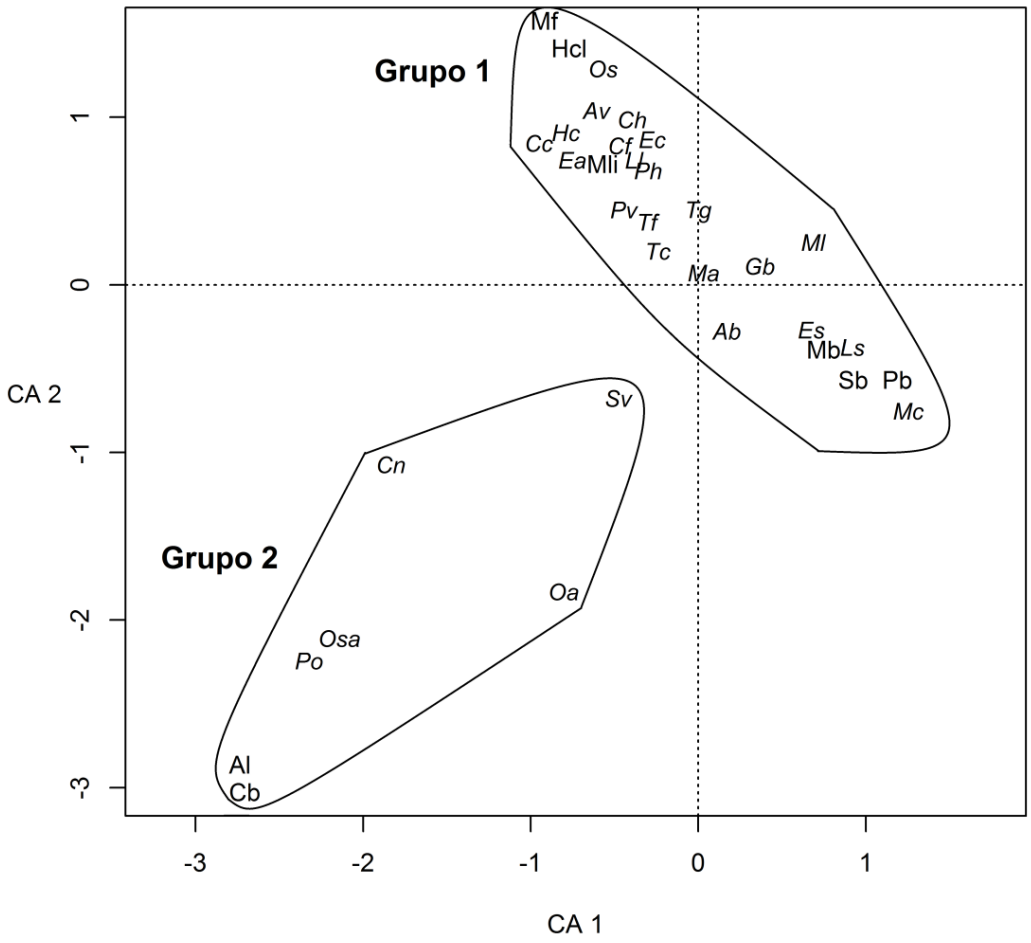

Figura 24: Relação das espécies distribuídas no verão nos eixos da CA, relação das siglas está apresentada na Figura 18.

No inverno o eixo 1 da CA explicou cerca de 33,50 % da estrutura de associação entre as espécies enquanto o eixo 2 15,99%. Podem ser reconhecidos quatro grupos. **Grupo1:** *Stellifer rastrifer, Mugil curvidens, Umbrina coroides, Selene vomer, Menticirrhus americanus, Mugil curema, Menticirrhus littoralis, Atherinella brasiliensis, Sphoeroides greeleyi, Caranx latus, Trachinotus goodei, Albula vulpes, Chaetodpterus faber, Etropus crossotus, Harengula clupeola, Trachinotus carolinus, Mugil brevirostris.* **Grupo 2:** *Chloroscombrus chrysurus, Larimus breviceps*, *Conodon nobilis, Harengula clupeola, Genidens barbus, Polydactylus oligodon, Mugil liza.* **Grupo 3:** *Anchoa januaria, Lagocephalus laevigatus, Hyporhamphus unifasciatus, Oligoplites saurus.* **Grupo 4**: *Polidactylus virginicus, Odontesthes argentinensis, Chilomycterus spinosus*. Uma diferença bem visível na CA é o ponto 13, que no verão formava um grupo com 7 espécies e no inverno se isolou ficando entre os pontos 11 e 12 (Figuras 25 e 26).

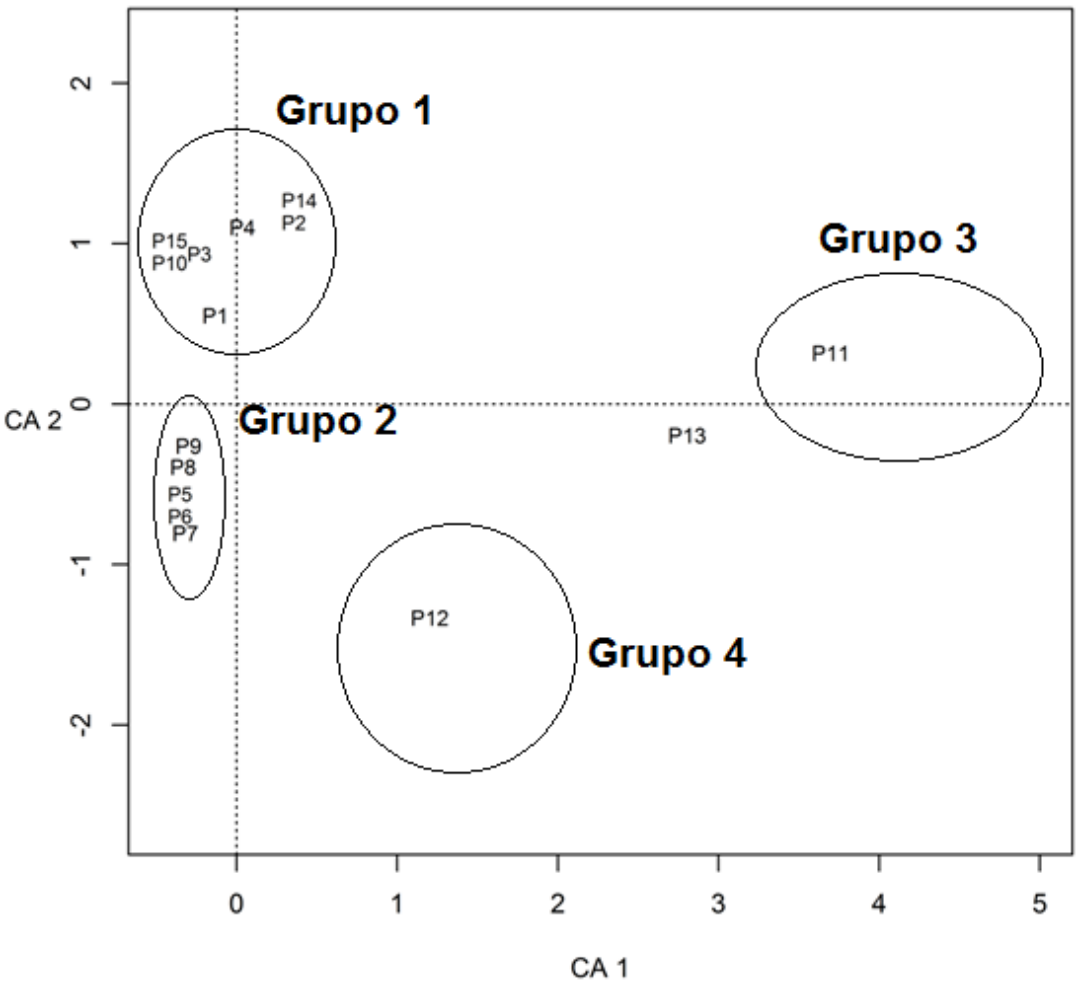

Figura 25: Pontos amostrados na zona de arrebentação da Baía de Santos distribuídos nos eixos da CA no inverno.

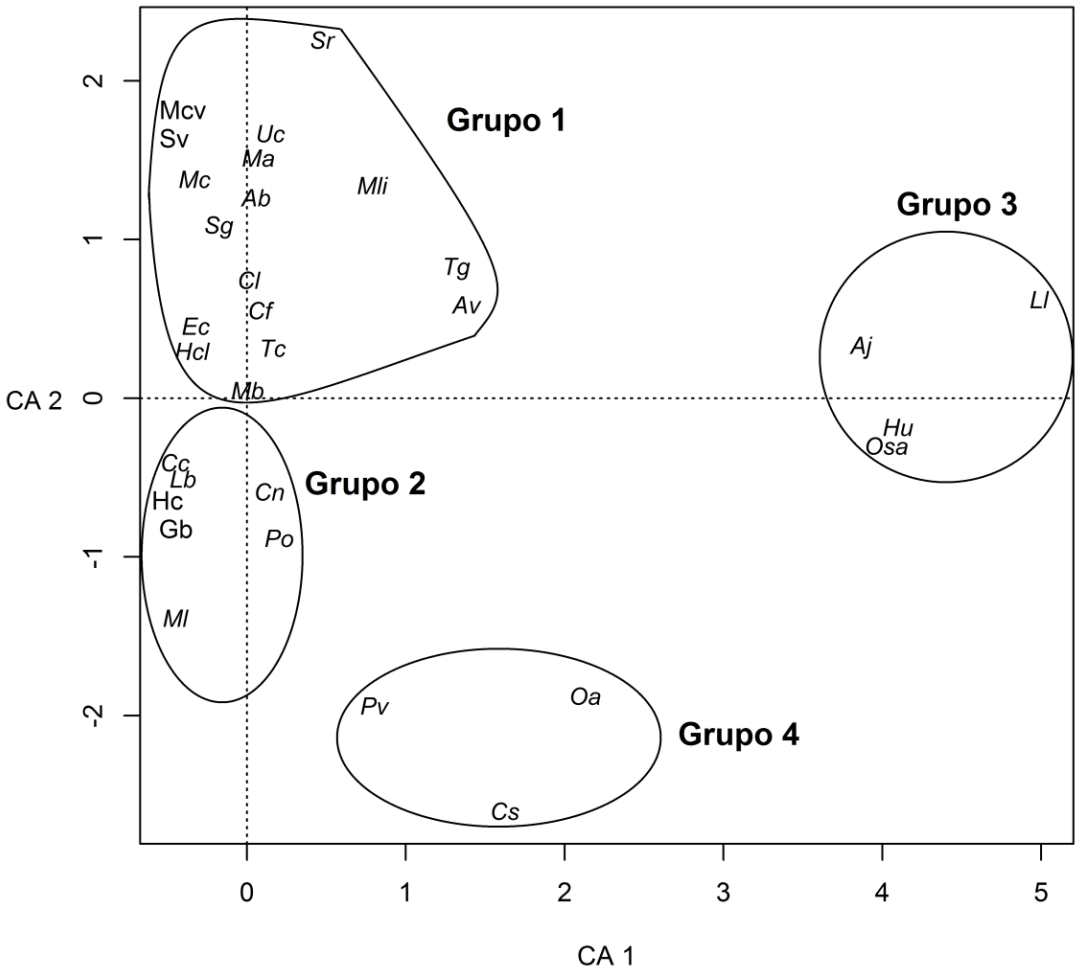

Figura 26: Relação das espécies distribuídas no inverno nos eixos da CA, relação das siglas na figura 18.

4.3 ESTRUTURA ESPACIAL E INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES

A partir da análise dos gráficos de dispersão entre as matrizes de distância biótica, distância ambiental e distância geográfica para o inverno e verão, foram realizados testes de Mantel parcial, observando-se correlações significativas entre as variáveis ambientais e a posição espacial (Figura 27). Isto indica que as variáveis ambientais são fortemente estruturadas no espaço.

Nos testes de Mantel parcial, fica claro que não há influência puramente das variáveis ambientais medidas nesse estudo e que o espaço isoladamente tem um efeito significativo ($r = 0.27$, $p = 0.019$) sobre a estrutura das comunidades somente no período de inverno (Tabela 6).

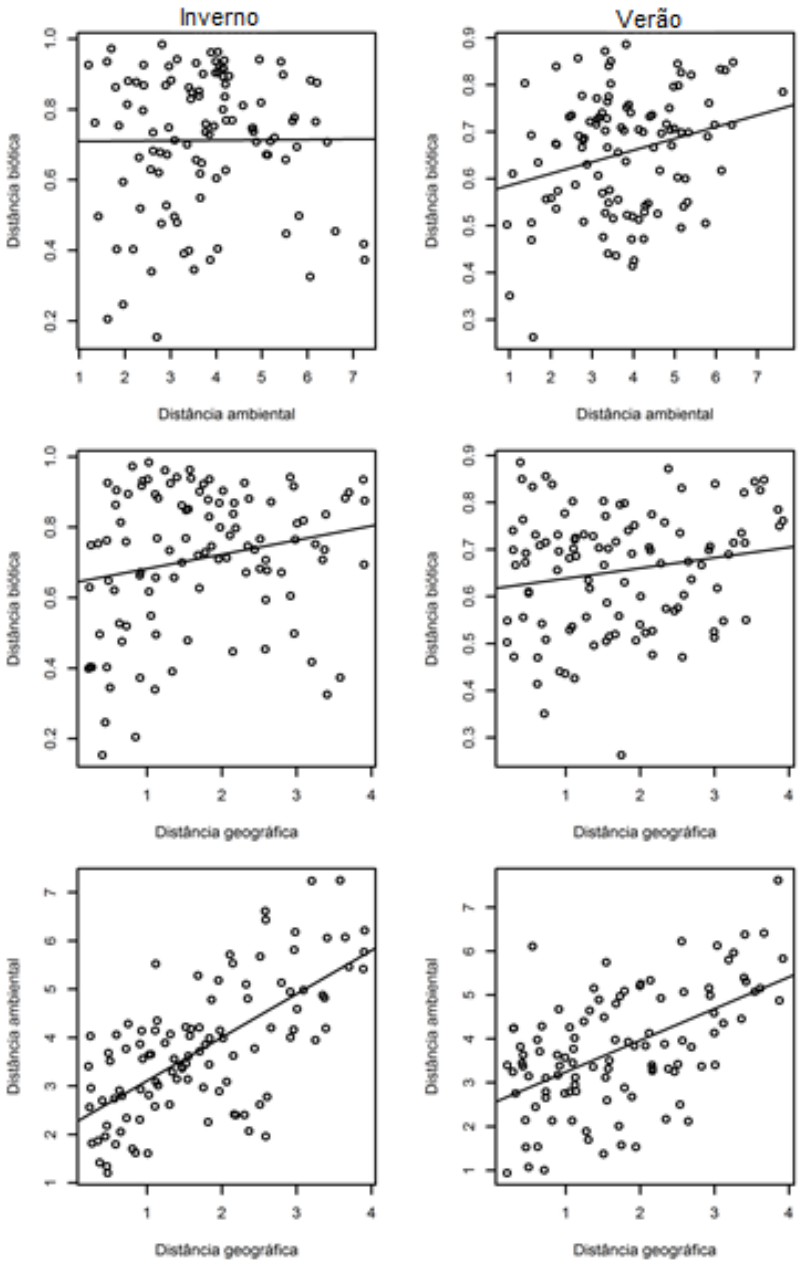

Figura 27: Matrizes de dispersão de distância biótica, distância ambiental e distância geográfica para o inverno e verão.

Tabela 6: Resultados dos testes de Mantel parcial quando o efeito de uma matriz preditora é medido controlando o efeito da matriz parcial. Teste feito com 1000 permutações.

Mantel parcial	
Var. abióticas | Dist. geográfica	Dist. geográfica | var. abióticas
$r_{parcial}$ = -0.18; p = 0.857	**$r_{parcial}$ = 0.27; p = 0.019**
$r_{parcial}$ = 0.20; p = 0.103	$r_{parcial}$ = 0.04; p = 0.370

5. DISCUSSÃO

5.1 ESTRUTURA AMBIENTAL

A Ilha de São Vicente ao longo dos anos vem se transformando e alterando o perfil praial da Baía de Santos e consequentemente mudando a dinâmica natural das praias e a área da zona de arrebentação. A partir desse ponto de vista quando analisamos a estrutura abiótica (Figura 15) verificamos que o comprimento da zona de arrebentação e a turbidez foram correlacionadas entre si e significativamente diferentes entre o verão e o inverno, possivelmente ligados ao fato da maior quantidade e tamanho de ondas na praia do Itararé (São Vicente). Deste modo, a relação entre a estrutura ambiental e a posição espacial pode ser vista em seu efeito sobre a turbidez e zona de arrebentação (WRIGHT & SHORT, 1984; JACKSON *et al.,* 2002).

Esta relação também influência a granulometria média, que foi diminuindo da Ponta da Praia até a praia do Itararé, possivelmente devido às assimetrias de maré nas áreas rasas e a rotação anti-horária das correntes de maré na região costeira, além de ventos, ondas e células de circulação (HARARI & CAMARGO, 1998; MAGINI *et al.,* 2007). Estas variáveis são as mais importantes, estando correlacionadas ao primeiro eixo da PCA, responsável por 39% do padrão de variação total.

Salinidade e condutividade foram altamente correlacionadas entre si no extremo positivo do eixo 1 e seus valores se mantiveram estáveis entre verão e inverno, apesar das diferenças de circulação da maré entre os extremos da Baía de Santos (HARARI & CAMARGO, 1998) e a mudança da direção das ondas durante o decorrer do ano (PEREIRA, 2012, 2013).

O segundo eixo da PCA explicou 16% da variabilidade, associado às variáveis pH e matéria orgânica que estão positivamente correlacionados e associados a valores mais baixos de oxigênio, que é uma variável envolvida em vários processos biológicos como a fotossíntese, a respiração e a decomposição da matéria orgânica, que podem influenciar os teores de oxigênio dissolvido e diminuir suas concentrações (CHAPMAN, 1992).

A partir da relação entre o eixo 1 da PCA e a disposição espacial dos pontos amostrados, constata-se que os dados abióticos mostram-se

relativamente independentes da posição espacial a partir do ponto 7 (próximo ao canal 4) (23K 0364702 UTM 7348150), de modo que deste ponto em direção a São Vicente, a estrutura ambiental é mais constante (Figura 16). A distribuição da circulação de maré pode ter relação com este padrão devido a diferenças de intensidade das correntes nas extremidades da Baía de Santos, na direção do mar aberto, onde se tem fortes correntes na área contígua ao Porto de Santos, e correntes muito fracas no lado do Canal de São Vicente (HARARI & CAMARGO, 1998).

Também se verifica que dias antes da chegada de frentes frias, eventos de maré meteorológica influenciam as marés antes e depois de sua chegada. No primeiro dia da coleta de inverno ocorreram ventos noroeste que intensificam a maré seca e no segundo dia da coleta, ventos sudoeste que forçam o aumento das marés e influenciam as correntes de circulação (CAMPOS *et al*., 2009). Todos esses fatores podem ter contribuído para uma maior quantidade de água doce advindo do estuário do lado do porto de Santos, já que as coletas foram realizadas na maré seca.

Apesar da temperatura da água na zona de arrebentação na Baía de Santos ter sido significativamente diferente entre verão e inverno ($t = 15.96$; $p < 0,001$), verificamos o aumento sistemático da temperatura no decorrer do dia, enquanto a amostragem era feita no sentido Ponta da Praia – São Vicente. Isto gerou um efeito de confundimento entre a temperatura ao longo do dia e o gradiente espacial. Deste modo, escolhemos por excluir a temperatura das análises posteriores. .

5.2 COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA

Na zona de arrebentação da Baía de Santos as famílias de peixes mais abundantes foram Carangidae com nove e Sciaenidae com oito espécies, representando 39,53% do total capturado. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Graça Lopes *et al.* (1993) utilizando um levantamento ictiofaunístico fixo na Baía de Santos próximo ao canal de acesso ao estuário na Ponta da Praia durante o período noturno, no qual estas duas famílias mais comuns representaram 44,6% do total amostrado (GRAÇA LOPES *et al*., 1993). Rocha & Dias (2015) analisando a ictiofauna na região da Baía de

Santos e Canal de Bertioga, registraram Carangidae como a mais abundante até uma profundidade de até 100 metros e utilizando um artefato de pesca diferente (arrasto de fundo com portas) do utilizado no presente estudo. Este parece ser um padrão comum para a ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do Estado de São Paulo desde o trecho Sul (Ilha Comprida) ao litoral norte do Estado (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995). Em um estudo mais recente em Ilha Comprida, as famílias Mugilidae (46,0%) e Carangidae (41,2%), foram as mais abundantes. Sciaenidae também esteve presente, porém com somente 1,7% do total de abundância capturado (FAVERO & DIAS, 2015).

Na Baía de Santos Mugilidae foi representada por quatro espécies e Engraulidae por três. Somente uma espécie de Clupeidae foi registrada, *Harengula clupeola*, mas com 15,01% da abundância do total das capturas. Em zona rasa de praias arenosas do sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Carangidae, Engraulidae, Mugilidae, Sciaenidae e Clupeidae foram as famílias mais importantes quanto à riqueza de espécies (FAVERO & DIAS, 2015). As praias da região central de Ubatuba e Caraguatatuba ambas no litoral norte do estado de São Paulo constituem regiões perturbadas pela alta urbanização sofrendo pressão antrópica e, nessas localidades, as famílias que apresentaram maior número de espécies foram Carangidae (14), Sciaenidae (9), Engraulidae (8) e Gerreidae (5) (COSTA, 2014). Na zona de arrebentação de praias no Rio de Janeiro, Clupeidae, Carangidae e Sciaenidae representaram 79% do número total de indivíduos, sendo que as duas últimas e também Gerreidae contribuíram com o maior número de espécies (VASCONCELLOS *et al*., 2007). Houve muitas similaridades em relação às famílias capturadas em três praias de Arraial do Cabo/RJ quando amostrados na maré baixa, com Carangidae, Haemulidae, Sciaenidae, Clupeidae e Mugilidae entre as mais representativas quanto à riqueza (GAELZER & ZALMON, 2008).

No litoral sul do Brasil em praias estuarinas do complexo estuarino da Baía de Paranaguá ou em praias próximas mais expostas à ação das ondas, as famílias mais representativas em número de espécies foram Carangidae e Sciaenidae (GODEFROID *et al*., 2004; FÉLIX *et al*., 2006, 2007; IGNÁCIO & SPACH, 2009; HACKRADT *et al*., 2009; FÉLIX-HACKRADT *et al*., 2010).

Observamos assim que, para a maioria dos estudos da ictiofauna em zonas de arrebentação de praias brasileiras, Sciaenidae e Carangidae, são comuns, juntos com Engraulidae, Clupeidae e Haemulidae (SANTANA *et al*., 2013). O grau de exposição das praias, sua proximidade a estuários, recifes e outros ambientes são responsáveis pelas diferenças existentes na composição e abundância das espécies.

As famílias com menos espécies foram Ephippidae, Paralichthyidae, Elopidae, Albulidae, Hemiramphidae, Lobotidae, Clupeidae, Ariidae e Diodontidae com 2,32% cada, representando 20,88% do total capturado, contudo essas espécies estão amplamente distribuídas espacialmente ao longo do litoral Brasileiro, em direção ao sul do país, Ephippidae, Paralichthyidae, Elopidae, Albulidae, Hemiramphidae, Clupeidae, Ariidae e Diodontidae (GODEFROID *et al*., 2004; FÉLIX *et al*., 2007; IGNÁCIO & SPACH, 2009; FAVERO & DIAS, 2015) e ao norte Ephippidae, Elopidae, Albulidae, Hemiramphidae, Lobotidae, Ariidae (LESSA & NÓBREGA, 2000).

Diversos estudos que analisam as mudanças temporais na composição da ictiofauna em regiões de zona de arrebentação verificam mudanças na temperatura com uma correlação positiva entre esta variável e o número de espécies e abundância de peixes (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; FELIX *et al.,* 2007; FELIX-HACKRADT *et al.,* 2010). Alguns estudos relacionam o aumento do tamanho e peso de algumas espécies de peixes com o aumento da temperatura. Para juvenis do Parati *Mugil platanus,* por exemplo, o crescimento em peso e comprimento e a taxa de crescimento específico diário mostraram-se diretamente proporcionais à temperatura (OKAMOTO *et al.,* 2006).

Com relação ao tamanho dos peixes da zona de arrebentação, verificamos diferença significativa ($t = 7,92$; $p < 0,001$) entre as épocas do ano, com o verão apresentando maiores valores ($CP_{médio}$ = 57,67 mm, dp = 33,71) que o inverno ($CP_{médio}$ = 65,85 mm, dp = 25,83). Registramos o comprimento padrão médio de 63,08 mm ($CP_{máximo}$ = 415 mm, $CP_{mínimo}$ = 8 mm), com as famílias mais representativas com média de 62,82 mm (dp = 25,4) e 62,34 mm (dp = 24,15), para Carangidae e Sciaenidae, respectivamente. Assim, a fauna foi representada por espécies de pequeno porte como observado em zonas de arrebentação de diferentes praias (FELIX *et al.,* 2006; HACKRADT *et al.,*

2009). O peso médio das espécies amostradas foi maior no verão (média = 9,16 g; dp = 13,95 g) do que no inverno (média = 7,31 g; dp = 8,15 g). Também no verão os maiores valores de diversidade de espécies foram registrados, corroborando os resultados encontrados em outros trabalhos em zona de arrebentação (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; MONTEIRO NETO *et al.,* 2008; GODEFROID *et al.,* 2003; FELIX *et al*., 2006; HACKRADT et al., 2009). Com base nos resultados de comprimento e peso das espécies capturadas é possível afirmar que a zona de arrebentação das praias da Baía de Santos é uma zona de alimentação, viveiro, crescimento e proteção (refúgio) para a ictiofauna juvenil da região (SANTOS & NASH, 1995; PATERSON & WHITFIELD, 2000; GODEFROID *et al*., 2004; FELIX *et al.,* 2006, 2007).

Cinco espécies numericamente dominantes ocorreram nas praias da Baía de Santos: *Trachinotus carolinus, Mugil brevirostris, M. curema, Harengula clupeola* e *Genidens barbus* respondendo por 73% (N = 2729) do total capturado. No levantamento da ictiofauna na Ponta da praia em Santos, Graça-Lopes *et al.* (1993) registraram *M. curema* e *H. clupeola* como as mais abundantes e frequentes. Em praias arenosas do estado de São Paulo, como Ilha Comprida (litoral sul), Santos e São Vicente (litoral central) e Ubatuba (litoral norte), as espécies *T. carolinus, M. curema* e *H. clupeola* também foram as mais abundantes (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995). Vasconcellos *et al.* (2007) registraram *H. clupeola* e *T. carolinus* como as mais abundantes em praias no Rio de Janeiro. Na zona de arrebentação esta característica de poucas espécies dominantes é um padrão em diversos estudos (LASIAK, 1984; BROWN & MCLACHLAN, 1990; GRAÇA LOPES *et al*., 1993; SAUL & CUNNINGHAM, 1995; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; GODEFROID *et al.,* 1997, 2004; WILBER *et al.,* 2003).

No verão as espécies foram menos abundantes que no inverno, possivelmente devido ao tamanho da malha de picaré 2,4 cm entre os nós, diminuindo a eficiência na captura e deixando passar indivíduos menores (PARSLEY *et al.,* 1989). Tanto *Harengula clupeola* (praias do Rio de Janeiro, com malha 7 mm entre os nós) como *Genidens barbus* (Baía de Santos e São Vicente, com malha de 15 mm entre os nós) foram abundantes nos meses mais quentes quando capturados com a malha menor que neste estudo (SCHMIDT *et al.,* 2008; SOUZA, 2015).

Durante o inverno, por exemplo, *Harengula clupeola* e *Genidens barbus* representaram sozinhas 55,28% do total capturado, enquanto no verão representaram somente 1,98% do total. Ambas tiveram 80% de frequência de ocorrência no inverno. Esse resultado foi diferente em relação à abundância dos estudos realizados na Baía de Santos em anos anteriores, onde *H. clupeola* se destacou com 9,2% no total de espécies capturadas, apesar de ter sido ser muito frequente em mais de 70% das amostras no inverno (GRAÇA LOPES *et al.,* 1993).

Quando consideramos as épocas de coletas, *Trachinotus carolinus* foi também a espécie mais frequente no verão e no inverno, com ocorrência em todos os pontos amostrados, seguido por *Menticirrhus littoralis* (14 pontos), *Caranx hippos*, *Trachinotus goodei* (13 pontos) e *Harengula clupeola* (12 pontos no inverno e quatro no verão), espécies também frequentes em praias arenosas do sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, com exceção de Caranx hippos (FAVERO & DIAS, 2015).

Genidens barbus foi a mais abundante durante o inverno (N = 822), ocorrendo em 11 dos 15 pontos amostrados. No verão *Mugil brevirostris* foi a segunda mais representativa (N = 222), amostrada em 11 pontos. Em um estudo realizado em praias do centro de Caraguatatuba, litoral norte, São Paulo, o bagre *Genidens genidens* (Ariidae) também foi uma das espécies mais abundantes. Esta praia sofre com ações antrópicas, principalmente oriundas de esgoto doméstico (COSTA, 2014). A família Ariidae também é observada em outros estudos na Baía de Santos, porém não em número tão abundante (GRAÇA LOPES, 1993; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; ROCHA & DIAS, 2015). *Mugil brevirostris* não foi registrada nos estudos acima citados, devido à recente revisão taxonômica das espécies do gênero *Mugil* spp. (MENEZES *et al.*, 2015).

A ampla distribuição das espécies encontradas ao longo das praias de Santos e São Vicente sugere uma afinidade com os diversos habitats locais, incluindo os estuários, a enseada, os costões rochosos e zona de arrebentação, uma relação que também foi encontrada na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ (MONTEIRO-NETO *et al*., 2008).

Quatro espécies de peixes capturadas estão na lista de fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo, são elas: *Genidens barbus* (bagre

branco), *Mugil liza* (tainha), *Micropogonias furnieri* (corvina) e *Atherinella brasiliensis* (peixe-rei), devido aos processos de fragmentação de habitat, exploração excessiva dos recursos naturais, contaminação do solo, das águas e da atmosfera (BRESSAN *et al*., 2009). Esse resultado evidencia a importância da zona de arrebentação da Baía de Santos como área de preservação de espécies ameaçadas de extinção com valor comercial e ecológico.

5.3 ESTRUTURA DA COMUNIDADE, ESTRUTURA AMBIENTAL E ESPACIAL

As curvas de rarefação sugerem que existe um número maior de espécies no verão (Figura 20), possivelmente devido ao aumento da temperatura (MODDE & ROSS, 1981; WILBER *et al.,* 2003), porém com menores abundâncias, enquanto o inverno possui menos espécies altamente abundantes. As curvas parecem longe de atingir a assíntota evidenciando que muitas outras espécies seriam esperadas para a Baía de Santos, caso o esforço amostral fosse intensificado. Neste sentido, o índice de riqueza Chao1 estimou a riqueza total em 60,4 com intervalo de confiança superior prevendo cerca de 30 espécies adicionais, uma estimativa que abrange a riqueza encontrada nos levantamentos de Graça Lopes *et al*. (1993) (79 espécies) e Giannini & Paiva Filho (1995) (67 espécies), na Baía de Santos.

A maioria das espécies amostradas no verão e no inverno são pelágicas (18 e 16, respectivamente), seguidas pelas demersais (13 e 14, respectivamente) e uma bentônica, *Etropus crossotus*, amostrada nas duas épocas de coletas. Esses resultados são diferentes dos encontrados na Baía de Santos por Graça Lopes *et al.* (1993), em que o número de indivíduos demersais não foi representativo, possivelmente relacionado ao fato do tamanho da malha e a área de captura do artefato utilizado pelos autores ser muito diferenciada da metodologia utilizada neste estudo além da amostragem ter sido em apenas um ponto na região da Ponta da Praia.

Nas Figuras 24 e 25, as análises de correspondência no verão indicam que *Oligoplites saliens, Conodon nobilis, Odontesthes argentinensis, Polydactylus oligodon, Anchoviella lepidentostole, Chirocentrodon bleekerianus*

e *Selene vomer* estiveram fortemente associadas ao ponto 13 (Grupo 2, próximo ao Teleférico). Neste local durante a amostragem registramos uma grande quantidade de folhas que vieram junto com o arrasto do picaré, fato que pode ter influenciado de alguma forma a captura das espécies (Anexo 1). As demais formaram um único grupo representado por 28 espécies.

No inverno observa-se um aumento da quantidade de ondas na região sudeste advindas da direção sul (PEREIRA, 2012, 2013) e, possivelmente, este fator influencia a estruturação de comunidades de peixes e altera a distribuição das espécies (ROMER, 1990; CLARK *et al.,* 1996). Essa alteração é visível em nossos dados, pois no inverno as análises de correspondência evidenciaram quatro grupos, cada um formado por ao menos três espécies.

Com relação à ocupação de hábitat no grupo 1, sete espécies são pelágicas, oito demersais e uma bentônica, que se agruparam próximas as saídas dos estuários de Santos e São Vicente, com exceção do ponto 10 que se localiza próximo ao canal 1 em Santos. Esse canal possui a maior largura e extensão e, além de ser ligado a galerias fluviais e com conexão com outros canais menores que eram antigos rios e riachos como o Rio Branco, com nascente no morro do José Menino e Rio do Soldado que nascia no sopé do Monte Serrat. Estes riachos foram canalizados e ligados ao canal 1 (NM, 2016) o que podem ter influenciado na formação do grupo 1, com aporte de agua doce e nutrientes.

O grupo 2 correspondeu aos pontos da região mais central da Baía de Santos, com três espécies pelágicas e quatro demersais. No inverno ocorrem ondas nessas áreas, com aumento da turbidez e disponibilidade de alimentos (MCLACHLAN, 1981; GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995). Finalmente, três espécies pelágicas e uma demersal estiveram associadas ao grupo 3, que está próximo à Ilha Urubuqueçaba com uma vegetação composta basicamente por pitangueiras, cactos, figueiras e jerivás, com uma fauna restrita a aves como urubus, gaivotas, atobás e biguás, além de siris, mariscos e algas (NM, 2016). O grupo 4 está próximo à Pedra da Feiticeira (com siris, mariscos e algas), apresentando uma espécie pelágica e duas demersais (Anexo 2). Os grupos 3 e 4 podem se beneficiar da presença da Ilha Urubuqueçaba e da Pedra da Feiticeira, uma vez que estas podem aumentar a disponibilidade de recursos e

servir como proteção contra predadores (SHIMA *et al.,* 2008), além de abrigo contra o fluxo hidrodinâmico (FLOETER *et al.,* 2007).

Embora haja uma diferença no padrão de diversidade entre verão e inverno, não houve associação significativa entre a estrutura de diversidade e variáveis ambientais ou estrutura espacial dentro de cada período do ano. Como descrito anteriormente, as variáveis ambientais estão fortemente estruturadas no espaço e o teste de Mantel parcial permitiu avaliar os efeitos puramente ambientais ou puramente espaciais sobre a estrutura da comunidade. Assim, embora exista variação ambiental ao longo dos trechos amostrados, uma vez retirado o efeito espacial, não houve correlação significativa entre a similaridade faunística e a similaridade ambiental. Por outro lado, verificou-se um efeito puramente espacial significativo no inverno, sugerindo que neste período os pontos próximos têm faunas mais similares. No verão esta relação não foi significativa, evidenciando uma fauna mais homogênea e dispersa ao longo de toda Baía de Santos.

6. CONCLUSÃO

Apesar de existirem mudanças na abundância entre verão e inverno, elas ocorreram devido a duas espécies que foram muito abundantes no inverno *Harengula clupeola* e *Genidens barbus*, possivelmente por causa do tamanho da malha que diminuiu a eficiência de captura de peixes muito pequenos. A maior diversidade encontrada ocorreu no verão, o mesmo padrão encontrado em outras praias arenosas da região sudeste.

As variáveis ambientais amostradas não tiveram influência na estrutura da ictiofauna da Baía de Santos. A estrutura espacial das espécies ao longo da zona de arrebentação se mostrou importante somente no inverno, onde 4 grupos tiveram preferência por locais distintos, próximo aos estuários de Santos e São Vicente. Embora as variáveis ambientais mensuradas não tenham sido relacionadas à estrutura das comunidades, o padrão de estruturação espacial pode ter-se dado em função de mudanças constantes de salinidade e circulação da maré na área central da Baía de Santos. No inverno há uma constância maior de ondas que aumentam a turbidez dessa região, proporcionando proteção e área de alimentação para espécies juvenis e de pequeno porte e próximo aos costões rochosos da Ilha Urubuqueçaba e Pedra da Feiticeira. No verão houve uma distribuição homogênea nas praias da zona de arrebentação da Baía de Santos provavelmente devido a maior estabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. *et al*.. "**Köppen's climate classification map for Brazil"**. Meteorologische Zeitschrift v. 22, n. 6, 2013.

ANDERSON JR, W. D.; DIAS, J. K.; DIAS, R. K.; CUPKA, D. M.; CHAMBERLAIN, N. A. **The macrofauna of the surf zone off Folly Beach, South Carolina.** Spec. scient. Rept. Fisheries Bull natn. mar. Fish. Serv., U.S., v.74, p. 1-23, 1977.

ANDRADE, C.R.M. **O plano de saturnino de Brito para Santos e a construção da Cidade moderna no Brasil**. Anais IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, Salvador, maio 1991.

ARAÚJO,C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M.; RIPOLI L. V.; KROHLING, W. **Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo.** Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, v.98, n.1, p. 129-135, 2008.

BARREIROS, J. P.; FIGNA, V; HOSTIM-SILVA, M.; SANTOS, R. S. **Diel seasonality of a shallow water fish assemblage in a sandy beach at Canto Grande, Santa Catarina, Brazil.** Journal of Coastal Research, Lawrence, v. 42, p. 79-83, 2004.

BRASIL. 1988. Lei nº 7.661 de maio de 1998. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.** Diário Oficial da União, 18 maio 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm >. Acesso em: 24 mar. 2014.

BRESSAN, P.M.; KIERULFF M. C. M., SUGIEDA A. M. (coord.) **Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados.** Fundação

Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2009.

BROWN, A. C.; McLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores.** New York, Elsevier. p. 328, 1990.

CAMPOS, R. M.; CAMARGO, R; HARARI, J. **Caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos e sua correspondência com as reanálises do modelo do NCEP do sudoeste do Atlântico Sul**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, 2009.

CEPAGRI – **Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas a agricultura.** Disponível em:< http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_545.html>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2015.

CHAPMAN, D. **Water Quality Assessment**. D. Chapman. 1992.

CLARK, B. M.; BENNET, B. A; LAMBERTH, S. J. **A comparison of the ichthyofauna of two estuaries and their adjacent surf zones, with as assessment of the effects of beach-seining on the nursery function on estuaries for fish.** South African Journal of Marine Science, Cape Town, v. 14, p. 121-131, 1994.

CLARK, B. M.; BENNET, B. A; LAMBERTH, S. J. **Factors affecting spatial variability in seine net catches of fishes in the surf zone of False Bay, South Africa**. Marine Ecology Progress Series, Oldendorf, v. 131, p. 17-34, 1996.

COSTA, M. R. **Composição e estrutura da comunidade de peixes em duas praias sob o mesmo tipo de pressão antrópica, litoral de São Paulo, Brasil.** UNISANTA BioScience, v. 3, n. 3, p. 122 – 142, 2014.

ESCHMEYER, W. N. AND R. FRICKE, AND R. VAN DER LAAN (EDS). **Catalog of Fishes: Genera, Species, References.** Disponível em:<

http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp > Acesso: 11/08/2016.

FROESE, R. E D. PAULY, Editores. FishBase 99: concepts, design and data sources. ICLARM, Manila, Philippines. p. 329, 1999. Disponível em:< http://www.fishbase.org/search.php> Acesso: 11/08/2016.

FARINNACCIO, A.; GOYA, S. C.; TESSLER, M. G. **Variações da linha de costa nas baías de Santos e São Vicente.** Quaternary and Environmental Geosciences, v.1, n.1, p. 42-48, 2009.

FAVERO, J.M.; DIAS, J.F. **Spatio-temporal variation in surfzone fish communities at Ilha do Cardoso State Park, São Paulo, Brazil.** Lat. Am. J. Aquat. Res., v. 41, n. 2, p. 239-253, 2013.

FAVERO, J. M. D.; DIAS, J. F. **Daily and seasonal fluctuations of the fish community in the surf zone of an estuarine-coastal area of Southeast Brazil.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences , v.10, n. 2, p. 141-154, 2015.

FELIX, F.C.; SPACH, H.L.; HACKRADT, C. W.; MORO P. S. & ROCHA, D. C. **Abundância sazonal e a composição da assembléia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá.** Revista Brasileira de Zoociências. Paraná, v. 8, n. 1, p. 35-47, 2006.

FÉLIX, F.C.; SPACH H. L.; MORO, P. S.; SCHWARZ, R. J.; SANTOS, C.; HACKRADT C. W.; SILVA, M. H. **Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v.2, n. 1, p. 27-39, 2007.

FÉLIX-HACKRADT, F. C.; SPACH, H. L.; MORO, P. S.; PICHLER, H. A.; MAGGI, A. S.; HOSTIM-SILVA, M.; HACKRADT, C. W. **Diel and tidal variation in surf zone fish assemblages of a sheltered beach in southern Brazil.**

Submission article platform-Latin American Journal of Aquatic Research, v. 38, n. 3, 2010.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: II. Teleostei (1).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP. p. 110, 1978.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: III. Teleostei (2).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP. p. 90, 1980.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: VI. Teleostei (5).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP. p. 116, 2000.

FLOETER, S. R.; KROHLING, W.; GASPARINI J.L.; FERREIRA C.E.L.; ZALMON, I. **Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover.** Environ Biol Fishes, v.78, p.147–160, 2007.

FREIRE, P.; TABORDA, R.; ANDRADE, C. **Caracterização das praias estuarinas do Tejo.** Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Projecto "BERNA – Evolução de praias em zonas de fetch restrito: análise experimental e numérica" (POCTI/CTA/45431/2002), Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2006.

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, Lawrence, v. 35, p. 456 - 462, 2003.

GAELZER, L. R; ZALMON, I. R. **Diel variation of fish community in sandy beaches of southeastern Brazil.** Brazilian Journal of Oceanography, v. 56, n. 1, p. 23-39, 2008.

GIANNINI, R.; PAIVA FILHO, A. M. **Os Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) da Baía de Santos (SP), Brasil.** Boletim Inst. Oceanogr., S. Paulo., v. 38, n. 1, p. 69-86, 1990.

GIANNINI, R.; PAIVA FILHO, A.M. **Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do Estado de São Paulo, Brasil.** Bolm Inst. oceanogr., v. 43, n. 2, p.141-152, 1995.

GIBSON, R. N.; ANSELL, A. D.; 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, Oldendorf, v. 130, p. 1-17,1993.

GIBSON, R. N.; ROBB, L.; BURROWS, M. T.; & ANSELL, A. D. **Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach**. Marine Ecology Progress Series, v. 130, p. 1-17, 1996.

GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER, M. & SPACH, H. L. **Structure of the fish assemblage in the surf zone of the beach at Pontal do Sul, PR.** Neritica, Curitiba, v. 11, p. 77-93, 1997.

GODEFROID, R.S.; H.L. SPACH; R.J. SCHWARZ & M.G. QUEIROZ. **A fauna de peixes da praia do Balneário Atami, Paraná, Brasil.** Atlântica v. 25, n. 2, p. 147-161, 2003.

GODEFROID. R. S.; SPACH, H. L.; SANTOS, C.; MAC LAREN, G. N. Q. & SCHWARZ JR, R. **Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de ma praia, sul do Brasil.** Iheringia – Serie Zoologia, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 95-104, 2004.

GONDOLO, G.F., MATTOX, G.M.T.; CUNNINGHAM, P.T.M. **Ecological aspects of the surf-zone ichthyofauna of Itamambuca Beach, Ubatuba, SP.** Biota Neotrop., v. 11, n. 2, 2011.

GOOGLE. **Google Earth**. Version 7.1.5.1557. ano. 2015, Nota (Ilha de São Vicente). Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>. Acesso em: 24 de Junho de 2016.

GRAÇA-LOPES, R.; RODRIGUES, E.S.; PUZZI, A.; PITA, J.B.; COELHO, J.A.P.; FREITAS, M.L. **Levantamento ictiofaunístico em um ponto fixo na Baía de Santos, estado de São Paulo.** B. Inst. Pesca, v.20, p. 7-20, 1993.

HACKRADT, C. W.; PICHLER, H. A.; FÉLIX, F. C.; SCHWARZ JR, R.; SILVA, L. O.; SPACH, H. L. **A estrutura da comunidade de peixes em praias de baixa energia do complexo estuarino da Baía de Paranaguá, Brasil.** Revista Brasileira de Zoociências, v. 11, n. 3, p. 231-242, 2009.

HARARI, Joseph; CAMARGO, R. **Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré.** Revista Brasileira de Oceanografia, v. 46, n. 2, p. 135-156, 1998.

HOTEL CHÁCARA DO MOSTEIRO. 2016. Disponível em: <http://hotelchacaradomosteiro.com.br/10-passeios-que-voce-nao-pode-deixar-de-fazer-na-baixada-santista/.> Acesso em: 24 de junho de 2016.

IGNÁCIO, J. M.; SPACH, H. L. **Variação entre o dia e a noite nas características da ictiofauna do infralitoral raso do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná.** Revista Brasileira de Zoociências, v. 11, n. 1, 2009.

JACKSON, N. L.; NORDSTROM, K. F.; ELIOT, I.; MASSELINK, G. **Low energy sandy beaches in marine and estuarine environments: a review.** Geomorphology. v.48, p. 147–162, 2002.

LAMBERTH, S.J.; BENNETT, B.A.; CLARK, B.M. **Seasonality and other factors influencing beach seine catches in False Bay with an assessment of closed periods as a management option.** S Afr J mar Sci, v.15, p. 157-167, 1995.

LASIAK, T.A. **Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach, Algoa Bay, South Africa: Long-term fluctuations.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 18, p. 459-483, 1984.

LEGENDRE, PIERRE; LEGENDRE, LOUIS. **Numerical Ecology.** 3ª ed. English, Elsevier, 2012.

LESSA, R.; NÓBREGA, M. F. **Guia de Identificação de Peixes Marinhos da Região Nordeste.** Programa REVIZEE / SCORE-NE. Francisco M. Santana, Gustavo Sobrinho Souto, Pedro Balensifer, Pedro Duque, William D. Charles (Cols), Recife, maio de 2000.

LOPES, P. R. D.; OLIVEIRA-SILVA, J. T.; SENA, M. P.; SILVA, I. S.; VEIGA, D.C. M.; SILVA, G. R.; SANTOS, R. C. L. **Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da praia de Itapema, santo Amaro da Purificação, Baía de Todos os Santos, BA.** Acta Biológica Leopoldensia, v. 21, n. 1, p. 99 - 105, 1999.

LUDWIG, D.G.O. **De Arte em Arte**. 2016. Disponível em: < deniseludwig.blogspot.com/ >. 2016. Acesso em: 24 de junho de 2016.

MAGINI, C.; HARARI, J.; ABESSA, D.M.S. **Circulação recente de sedimentos costeiros nas praias de Santos durante eventos de tempestades: Dados para a gestão de impactos físicos costeiros.** Geociências, v. 26, n. 4, p. 349-355, 2007.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica.** Editora: UFPR, p.97-98, 2013.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S. **Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil.** Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 13, n. 1, p. 113-129, 2013.

McLACHLAN A.; ERASMUS, T.; DYE, A H.; WOOLDRIGDE, T.; VANDER HORST, G.; ROSSOUW, G.; LASIAK, T. A. & McGWYNNE, L. **Sand beach energetics: An ecological approach towards a high energy interface.** Estuarine Coastal and Shelf Science, London, v. 13, p. 11 - 25, 1981.

McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. **Sandy beaches as ecosystems.** The Hagoe, Dr. W. Junk. p.757, 1983.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: IV. Teleostei (3).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP, p. 96, 1980.

MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J.L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: V. Teleostei (4).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP, p. 105, 1985.

MENEZES, N. A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L.; MOURA, R.L. **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil.** Museu de Zoologia da USP/ EDUSP, São Paulo, 2003.

MENEZES, N. A.; NIRCHIO M.; OLIVEIRA, C.; SICCHARAMIREZ, R. **Taxonomic review of the species of Mugil (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data.** Zootaxa, v. 3918, n. 1, p. 001–038, 2015.

MODDE, T.; ROSS, S. T. **Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico.** Fishery bulletin, Seattle, v. 78, n. 4, p. 911-921, 1981.

MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R.A.; MORAES, L.E.S.; NETO, J.P.M.; ESTEVES, G.V. & FORTES, W.L. **Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ.** Iheringia, Série Zoologia, v. 98, n. 1, p.50-59, 2008.

NELSON, J.S. **Fishes of the World.** 4° edição. New York: John Wiley & Sons. XVII, p. 601, 2006.

NM. **Novo Milênio.** 2016**.** Disponível em:<http://www.novomilenio.inf.br/santos/>. 2016. Acesso em: 24 de Junho de 2016.

OKAMOTO, M. H.; SAMPAIO, L. A. MAÇADA, A. P. **Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880**. Atlântica, Rio Grande, v. 28, n. 1, p, 61-66, 2006.

PAIVA FILHO, A. M. & TOSCANO, A. P. **Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entre-marés do Mar Casado – Guarujá e Mar Pequeno – São Vicente, SP.** Boletim do Instituto Ocenográfico, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 153 – 165, 1987.

PARSLEY, M. J.; PALMER, D. E.; BURKHARDT, R. W. **Variation in Capture Efficiency of a Beach Seine for Small Fishes.** North American Journal of Fisheries Management, v.9, p. 239-244, 1989.

PATERSON, A. W.; WHITFIELD, A. K. **Do shallow-water habitats function as refugia for juvenile fishes?** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 51, n. 3, p. 359-364, 2000.

PEREIRA, H, P. P. **Base de Dados: DAAT & PLEDS**, 2012. Disponível em: <https://sites.google.com/site/pereirahenriquep/hom>. 2012. Acesso em: 02 de Dezembro de 2015.

PEREIRA, H, P. P. **Base de Dados: DAAT & PLEDS**, 2013. Disponível em: <https://sites.google.com/site/pereirahenriquep/hom>. 2013. Acesso em: 02 de Dezembro de 2015.

PINTERESTE. **O catálogo mundial de ideias**. 2016. Disponível em:<https://br.pinterest.com/mluciass/santoss%C3%A3o-paulobrasil/>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO VICENTE CIDADE. **Monumento da História Pátria Cellula Mater da Nacionalidade**, 2014. Disponível em:<http://www.saovicente.sp.gov.br/concursos_processos/pdf/Apostila_Primeira_Vila_do_Brasil.pdf> Acesso em: 06 de janeiro de 2015.

ROCHA, M. L. F.; DIAS, June F. **Inventory of Chondrichthyes and Actinopterygii species collected in the central coast of São Paulo State, Brazil**. Biota Neotropica, v. 15, n. 2, p. 1-9, 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Versão 3.2.3 Vienna, Austria, R Foudation for statistical computing, Version 0.99.892 – © 2009-2016 RStudio, Inc. Disponível em: http://www.r-project.org/. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

ROMER, G. S. **Surf zone fish community and species response to a wave energy gradient**. Journal of Fish Biology, v. 36, n. 3, p. 279-287, 1990.

ROSS, S. W.; MCMICHAEL, R. H., JR & RUPLE, D. L. **Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of Mexico surf zone.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, v. 25, p. 391 - 412, 1987.

SANTANA, F. M. S.; SEVERI, W.; SOUZA, F. E. S.; ARAÚJO, M. E. **The ichthyofauna of the brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region**. Tropical Oceanography, Recife, v. 41, n. 1-2, p. 37-52, 2013.

SANTOS, D. D. **São Vicente na Memória. 2016.** Disponível em: <http://saovicentenamemoria.blogspot.com.br/2010_01_01_archive.html>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

SANTOS, R. S.; NASH, R. D. M. **Seasonal changes in a sandy beach fish assemblage at Porto Pim, Faial, Azores.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, v. 41, p. 579-591, 1995.

SAUL, A. C.; CUNNINGHAM, P. T. M. **Comunidade ictiofaunística da Ilha do Bom Abrigo, Cananéia, São Paulo, Brasil, 2-lanço.** Arquivo de Biologia e Tecnologia v. 38, n. 4, p. 1053-1069, 1995.

SCHMIDT, T. C. S.: MARTINS, I. A.; REIGADA, A. L. D.; DIAS, J. F. **Taxocenose de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da região estuarina de São Vicente, SP, Brasil.** Biota Neotrop., vol. 8, no. 4, Out./Dez. 2008. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn01108042008>.Acesso em: 19 de julho de 2016.

SCORVO FILHO, J. D.; HORIKAWA, M. T.; BARROS, H. P. ; BASTOS, A. A. **Identificação e ocorrência de alevinos de *Trachinotus* na região de Ubatuba (23º 32'e 45º 04'W), Estado de São Paulo, Brasil.** Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 14, n.único, p. 35-43, 1987.

SILVA, M. **O município de santos e região – situação ambiental.** 2005.

SHIMA, J. S.; OSENBERG, C. W.; MARY, C. M. S. **Quantifying site quality in a heterogeneous landscape: recruitment of a reef fish.** Ecology, v. 89, n.1, p. 86–94, 2008.

SOUZA, C. R. 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, J. S.; SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N. **Estrutura da Sardinha Cascuda *Harengula Clupeola*, (Cuvier, 1829) em duas praias da baía de Guanabara, RJ.** In: XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2015. Disponível em:< http://www.seb-ecologia.org.br/xiiceb/>. Acesso em: 19 de julho de 2016.

TEIXEIRA, R. L.; ALMEIDA, G. L. **Composição da ictiofauna de três praias arenosas de Maceió, AL.** Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, v.15, n. 3, p.34-37, 1998.

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 Neotropica, v.7, n.1, 2007. Disponível em:<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n1/pt/abstract?article+bn019070.

WENTWORTH, C. K., **"A scale of grade and class terms for clastic sediments".** J. Geology, v. 30, p.377–392, 1922.

WILBER, D.H.; CLARKE D.G.; BURLAS M.H.; RUBEN H.; WILL R.J. **Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey.** Estuarine Coastal and Shelf Science, v.56, p. 291–304, 2003.

WRIGHT, L. D., CHAPPELL, J., THOM, B. G.,BRADSHAW, M. P. & COWELL, P. **Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia.** Marine Geology, v.32, p.105-140, 1979.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A D. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis.** Marine Geology, [S.l.], v. 56, p. 93 - 118, 1984.

WRIGHT, L.D.; NIELSEN, P.; SHI, N.C.; LIST, J.H., **Morphodynamics of a bar-trough surf zone.** Mar. Geol., v.70, p. 251-285, 1986.

ANEXO

Anexo 1: Praia do Itararé (23K 0361451 UTM 7348248) demonstrando a coleta com grande quantidade de folhas e lixo.

Anexo 2: Ilha Urubuqueçaba e Pedra da Feiticeira separadas por uma distancia de 650 metros.