

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MAR

GUILHERME BREGANHOLA CABRAL

**EFEITO DE UMA ESTRUTURA ARTIFICIAL EM ASSEMBLEIAS DE  
MACROFAUNA E MICROFITOBENTOS EM UMA PRAIA ARENOSA**

SANTOS

2019

GUILHERME BREGANHOLA CABRAL

**EFEITO DE UMA ESTRUTURA ARTIFICIAL EM ASSEMBLEIAS DE  
MACROFAUNA E MICROFITOBENTOS EM UMA PRAIA ARENOSA**

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Querobim Yokoyama

Co-orientador: Prof. Dr. José Juan Barrera Alba

Trabalho de conclusão de curso apresentado com o objetivo parcial de obtenção de grau de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar pela Universidade Federal de São Paulo, campus Baixada Santista.

SANTOS

2019

Ficha catalográfica elaborada por sistema automatizado  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C117e Cabral, Guilherme Breganhola.  
Efeito de uma estrutura artificial em assembleias  
de macrofauna e microfitobentos em uma praia  
arenosa. / Guilherme Breganhola Cabral; Orientador  
Leonardo Yokoyama; Coorientador José Juan Barrera  
Alba. -- Santos, 2019.  
26 p. ; 30cm

TCC (Graduação - Bacharelado Interdisciplinar em  
Ciências e Tecnologia do Mar) -- Instituto do Mar,  
Universidade Federal de São Paulo, 2019.

1. Análise de abundância e composição. 2. Ecologia  
de praia arenosa. 3. Efeitos de estruturas  
artificiais. 4. Macrofauna e Microfitobentos. 5.  
Granulometria. I. Yokoyama, Leonardo, Orient. II.  
Barrera Alba, José Juan, Coorient. III. Título.

CDD 551.46

*“Se quiser ser um tubarão, pare de nadar com as sardinhas. ”*

Autor desconhecido

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador Leo pela paciência. São mais de dois anos de trabalho, coletas e viagens, pude aprender muito e sei que continuarei aprendendo mais ainda. Também agradeço ao meu co-orientador Juan que me mostrou como trabalhar com microfitobentos e me disponibilizou seu tempo e material.

Agradeço a minha mãe pelo apoio que sempre me deu para fazer a faculdade, além de meu pai e meu irmão. Agradeço também meu namorado Milton que me ajudou muito com todo o processo.

Um agradecimento especial a professora Fabiane Gallucci que é um exemplo que quero seguir por muito tempo, pessoa carinhosa, feliz e que sempre deixa a gente mais animado para trabalhar.

Agradeço também ao PAPE (Programa de Permanência Estudantil) que possibilitou a minha vinda para cidade de Santos realizar a graduação.

Agradeço aos amigos que fiz durante esses anos Agatha, Livia, Caninha, Dayane, Pam, Ale, Isa, Ste e Gabi. Aos amigos das aventuras de Bertioga com as raias treme-treme (Leo, Yago, Lari, Rafa e Félix).

Agradeço aos parceiros de coleta e de laboratório que me ajudaram no desenvolvimento desse trabalho, Ale, Leo, Bia, Nicolay, Giulia, Fer e Mari.

Por fim, agradeço a mim mesmo e a toda espiritualidade que me cerca, sempre me fazendo ver o mundo por outros olhos.

## RESUMO

Conforme a necessidade da expansão habitacional aumenta, o litoral se torna alvo para abrigar o crescimento populacional. Com isso, estruturas artificiais vêm sendo implantadas em praias como infraestrutura para o desenvolvimento social, econômico e turístico. Entretanto, os impactos causados por essas instalações interferem no morfodinamismo praial e, como consequência, alteram o funcionamento deste ecossistema. Além disso, estas estruturas podem formar novos habitats, sendo este o ambiente de estudo. Para compreender se uma estrutura artificial, como um píer, provoca uma interferência local na macrofauna e no microfitobentos de uma praia arenosa foram realizadas amostragens ao redor dos pilares do píer e em áreas adjacentes. A análise do micro-habitat gerado pela interferência do píer foi testada na cidade de Mongaguá (SP). Houve efeito negativo do píer na abundância da macrofauna, ao passo que o mesmo não interferiu na abundância e atividade do microfitobentos. Ao que tudo indica, a hidrodinâmica é o fator predominante na distribuição e abundância dos organismos.

**Palavras-chave:** Estrutura artificial; macrofauna; microfitobentos; abundância.

## **ABSTRACT**

As the need for housing expansion increases, the coastline becomes a target for population growth. Artificial structures have been implanted in beaches as an infrastructure for social, economic, and tourism development. However, the impacts caused by these constructions are aggravating and interfere with beach morphodynamism and, as a consequence, alter the functioning of this ecosystem. In addition, these structures may form new habitats, which is the main subject evaluated in this study. To understand if an artificial structure, such as a pier, causes local interference in the macrofauna and microfitobentos of a sandy beach, we sampled around the pier's pillars and adjacent areas. The analysis of the micro-habitat generated by the interference of the pier was tested in the city of Mongaguá (SP). There was a negative effect of the pier on macrofauna abundance, while it did not affect the abundance and activity of the microfitobentos. Apparently, hydrodynamics is the predominant factor in the distribution and abundance of organisms.

**Keywords:** Artificial structures; macrofauna; microphytobenthos; abundance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> (a) Mapa da baixada santista com destaque ao município de Mongaguá. Fonte: G1. (b) Plataforma de pesca amadora (píer). (c) Visão embaixo do píer. (d) Visão da poça formada pelo pilar.....	11
<b>Figura 2.</b> Ilustração dos pontos amostrais para macrofauna, microfítobentos e granulometria.....	13
<b>Figura 3.</b> Quadro de fórmulas para quantificação de pigmentos. Cla – clorofila a; Clb – clorofila b; Clc – clorofila c. A letra “A” indica o valor obtido na leitura em determinado comprimento de onda .....	14
<b>Figura 4:</b> Tamanho médio do grão para cada área. As linhas verticais acima dos histogramas representam o desvio padrão da média. (SD) sem diferença significativa. 16	16
<b>Figura 5</b> Composição dos diferentes tipos de grãos no sedimento de cada área. ....	16
<b>Figura 6:</b> Densidade de indivíduos por metro quadrado de dois táxons comparados por áreas. Letras diferentes indicam diferença significativa para as comparações de cada taxon. ....	17
<b>Figura 7:</b> Índices de diversidade para cada local.....	18
<b>Figura 8:</b> Distribuição de biomassa por tipo de pigmento para as duas áreas de coleta, sendo clorofilas a, b e c, e carotenoide. (SD) sem diferença significativa. ....	19
<b>Figura 9:</b> Média da distribuição de pigmentos totais sob orientação dos pontos cardeais. (SD) sem diferença significativa. ....	19

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	11
2.1 Ambiente de Estudo	11
2.2 Amostragem	11
2.2.1 Macrofauna	11
2.2.2 Microfitobentos	12
2.2.3 Sedimento para análises granulométricas	12
2.3 Procedimento em laboratório	13
2.3.1 Macrofauna	13
2.3.2 Microfitobentos	13
2.3.3 Granulometria	14
2.4 Análise de Dados	14
2.4.1 Macrofauna	14
2.4.2 Microfitobentos	15
2.4.3 Granulometria	15
3. RESULTADOS	16
3.1 Granulometria	16
3.2 Macrofauna	17
3.3 Microfitobentos	18
4. DISCUSSÃO	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a região litorânea tornou-se alvo da expansão habitacional. Segundo o IBGE (2010), o litoral paulista, mais precisamente a região da Baixada Santista, tinha até 2010 uma taxa de urbanização de aproximadamente 99,7%. Um dos locais considerados mais atrativos do litoral pelos habitantes e turistas, são as praias. Por consequência, elas têm seu espaço ocupado por atividades essenciais para o desenvolvimento social, do lazer e do trabalho. Logo, a construção de estruturas artificiais é realizada em prol do bem-estar e desenvolvimento econômico. Alguns exemplos dessas estruturas são os molhes, diques, quebra-mares, píeres e pontes. Contudo, estas estruturas não interferem apenas no desenvolvimento antrópico, podendo afetar o local do ponto de vista ecológico. Para Bulleri e Chapman (2010), estruturas artificiais em praias podem interferir no ecossistema, causando diversos efeitos em seu funcionamento.

A praia arenosa é um ambiente formado pelo depósito de sedimentos, ocasionado pelo regime de ondas e pela influência da maré (SHORT, 1996; DEFEO, McLACHLAN, 2005), sendo um ambiente altamente dinâmico e um dos mais severos ecossistemas (McLACHLAN, 1993). A integração dos processos dinâmicos das praias permite classificá-las em três tipos: dissipativas, refletivas e intermediárias. De acordo com Defeo e McLachlan (2005), as praias dissipativas possuem uma ampla zona de surf e aspecto plano, no qual as ondas dissipam a maior parte de sua energia; possuem alta amplitude de maré, ondas altas, areia fina e ocorrência em locais de altas latitudes. Já as praias de perfil refletivo são íngremes, estreitas, possuem baixa amplitude de maré, areia de aspecto grosseiro, desprovidas de zona de surf, onde a energia das ondas é refletida de volta ao mar. Em consequência, as praias intermediárias são aquelas que se mantêm entre as características dissipativas e refletivas. Este conjunto de características morfodinâmicas agem na criação de nichos e habitats nas praias (MCLACHLAN & DORVLO, 2005) e, portanto, causam a modificação na distribuição, abundância e riqueza de espécies.

Este ecossistema abriga uma grande quantidade de espécies de algas, fungos, bactérias e animais (VALENTIN et al., 2015). Dentre desta diversidade temos o grupo de organismos que são classificados como macrofauna. São animais que possuem tamanho maior que 0,5mm e vivem em meio ao sedimento. Alguns destes organismos ocorrem com maior frequência devido ao estilo de vida adaptado a rigorosidade do ambiente. Os

grupos mais recorrentes são os moluscos, poliquetas e crustáceos (BROWN, 1996, MACLACHLAN, 2005).

Brown (1996) relata que a macrofauna das regiões de entremarés e de supralitoral possuem capacidades adaptativas, como a habilidade de escavação. Isto é necessário em processos que envolvem a dinamicidade do ambiente, como processos erosivos ocorridos por tempestades ou processos antrópicos. No caso de estruturas artificiais, como paredões ou píeres, os processos dinâmicos das praias arenosas podem sofrer modificações (BULLERI & CHAPMAN, 2010). Muitas vezes estas estruturas são utilizadas para evitar a erosão costeira, sendo eficientes na barragem das ondas (Koerner et. al., 2013).. Nestes locais, há uma limitação no percurso das ondas, as quais quebram antes do esperado e diminuem sua interação com a areia. Isto impacta a conformação do grão, mudando seu aspecto natural. De acordo com MacLachlan (1996), o aumento no tamanho do grão diminui consideravelmente a riqueza e abundância de espécies. Outro aspecto que pode ser levado em consideração, é o sombreamento causado pela estrutura, afetando a vida de organismo fotossintetizantes (PAGLIOSA, 2005). Devido ao fato de estes organismos serem base de cadeia, eles controlam níveis tróficos superiores, o que chamamos de controle *bottom-up* (ascendente).

Segundo Herman et al. (2000), o microfitobentos é uma importante fonte de alimento para a macrofauna. De acordo com Sospedra et al. (2015), levando em consideração a influência do padrão de luz anual, o microfitobentos desempenha um papel valoroso no metabolismo bentônico. A atenuação de luz gera perda quantitativa, interferindo na composição dos níveis tróficos (PAGLIOSA, 2012). Os processos físicos como elevação do nível da maré e fortes ventos também influenciam na distribuição da biomassa microfitobêntica (DE JONGE e VAN BEUSEKMAN, 1995; SOSPEDRA et al., 2015). Estes fatores podem ser responsáveis por mudanças na comunidade bentônica, sendo o microfitobentos diretamente afetado no desenvolvimento da biomassa (FONSECA et al., 2013).

No caso de um píer, estrutura artificial comum em diferentes praias ao longo da região costeira, os pilares em contato com o sedimento criam uma "zona de alagamento", ou seja, o atrito da onda junto ao pilar retira o sedimento da superfície circunferente, criando uma vala. Com a variação do nível da maré, esta vala é inundada. Esta reposição de água traz consigo além de nutrientes importantes para a sobrevivência das espécies, novos indivíduos, favorecendo um sistema complexo e altamente novo. Caso semelhante

é descrito em um estudo de Chapman e Blacklay (2009) com um paredão marinho formando mini piscinas, onde a biodiversidade foi consideravelmente aumentada. Há também casos da fauna poder aproveitar a estrutura como abrigo, como é exposto em um estudo realizado por Pagliosa et al. (2012), onde perceberam que os organismos eram mais abundantes embaixo dos trapiches.

Desta forma, a estrutura artificial pode interferir nos processos dinâmicos das praias, e isso interfere no funcionamento de ecossistemas. Entretanto, é necessário obter o conhecimento referente a criação do novo habitat e qual a influência que a estrutura oferece. Baseando-se nas premissas que o novo espaço pode afetar as espécies locais, o presente estudo abordará uma análise da interferência de um píer na comunidade bentônica (macrofauna e microfitobentos) com base na abundância e distribuição das espécies.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Ambiente de Estudo

O local de estudo situa-se no bairro Balneário Itaguai (Balneário Plataforma I) na cidade de Mongaguá, Estado de São Paulo (24°08'02.3"S 46°41'34.3"O) (Figura 1a). O Píer – Plataforma de Pesca Amadora, possui 400 m de estrutura que se estende mar adentro em forma de “T”, com braços de 86 m para cada lado (Figura 1b). A estrutura artificial, construída em 1977, constitui-se de betão armado, não fechada, que permite fluxo contínuo de água. Conforme a maré sobe, ocorre alagamento da área adjacente ao pilar, fazendo com que após a descida do nível da maré a área fique submersa (Figura 1c,d).



**Figura 1:** (a) Mapa da baixada santista com destaque ao município de Mongaguá. Fonte: G1. (b) Plataforma de pesca amadora (píer). (c) Visão embaixo do píer. (d) Visão da poça formada pelo pilar.

### 2.2 Amostragem

#### 2.2.1 Macrofauna

A amostragem ocorreu no dia 24 de abril de 2019, em maré baixa de sizígia, consistindo de amostras na região das pilastras do píer e nas regiões adjacentes de

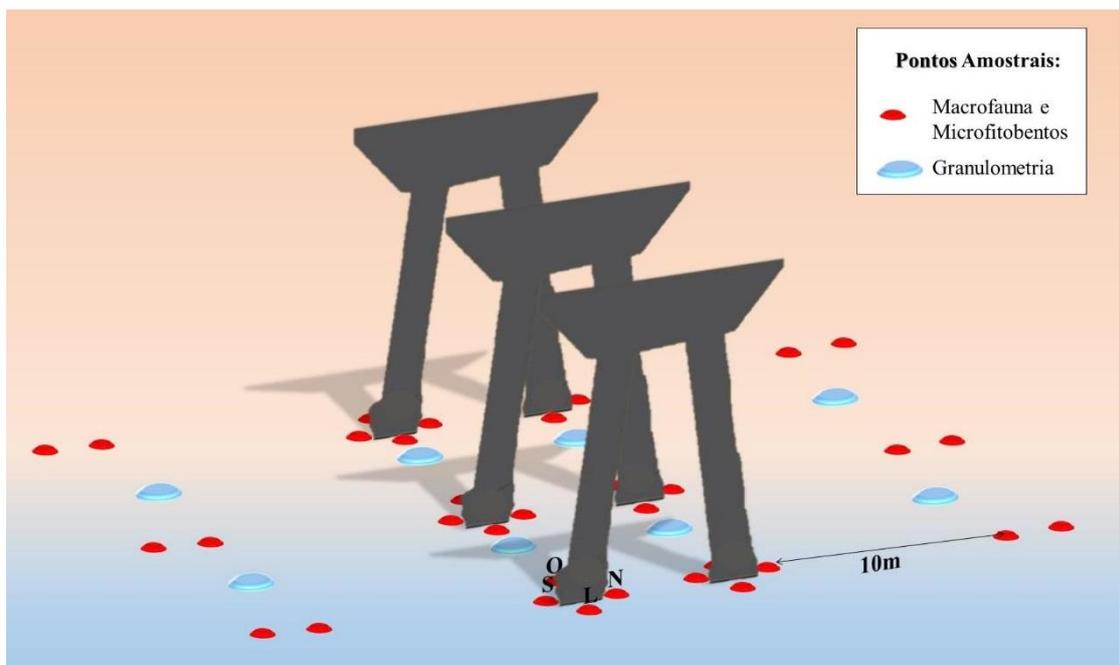
referência (Figura 2). Neste dia, 6 pilares no entremarés ficaram expostos, divididos em 3 níveis paralelos à linha d'água (dois pilares por nível). Utilizando um amostrador cilíndrico de 10cm de diâmetro, enterrado a uma profundidade de 10cm, coletamos sedimento para obtenção da fauna. A primeira etapa de coleta, consistiu na amostragem em 4 regiões (orientados pelos pontos cardeais N, S, L e O) ao lado de cada pilar exposto pela maré, com distância de aproximadamente 10cm, totalizando 24 amostras. A segunda etapa consistiu na coleta nas áreas de referência, lado norte e sul do píer, com uma distância de 10m a partir do pilar mais próximo, para efeito de comparação sobre a redução da influência do píer. Nessa região coletamos 4 amostras por nível. Posteriormente, o material foi lavado em água do mar com o auxílio de uma peneira com malha de abertura de 0,5mm e os organismos retidos foram fixados em álcool 70%.

### **2.2.2 Microfitobentos**

A amostragem de microfitobentos seguiu o mesmo desenho amostral realizado para a macrofauna (Figura 2), entretanto utilizando um amostrador cilíndrico de 2cm de diâmetro enterrado a uma profundidade de 4cm. Essa amostragem foi realizada em duplicata em cada ponto amostral, sendo uma amostra utilizada para a identificação taxonômica, e a outra para a análise da concentração de pigmentos fotossintetizantes. As amostras para taxonomia foram fixadas com lugol, enquanto as amostras referentes à extração de pigmentos foram armazenadas em recipiente escuro e congeladas em laboratório, para evitar a degradação da clorofila.

### **2.2.3 Sedimento para análises granulométricas**

Para realizar a análise da granulometria do sedimento, foi realizada amostragem entre os pilares (área píer) e mais duas amostragens para cada lado do píer em mesmo nível, totalizando 8 amostras. Foi utilizado um amostrador cilíndrico de 3 cm de diâmetro por 10 cm de profundidade. Após coleta, o material foi congelado.



**Figura 2.** Ilustração dos pontos amostrais para macrofauna, microfitobentos e granulometria

## 2.3 Procedimento em laboratório

### 2.3.1 Macrofauna

Os organismos coletados foram identificados até nível taxonômico mais refinado possível. Para isso, foi utilizado um microscópio estereoscópico e uma lupa. Posteriormente, os organismos foram quantificados para mensurar a abundância, riqueza e diversidade.

### 2.3.2 Microfitobentos

Para extração dos pigmentos foi adicionado 10ml de acetona 90% em cada amostra, durante 24 horas, armazenadas em geladeira ao abrigo da luz. Depois, o conteúdo extraído foi centrifugado à 4000 rpm durante 15 minutos, seguido de análise em espectrofotômetro do conteúdo sobrenadante. Para leitura da concentração foram utilizados os seguintes comprimentos de onda: 480, 510, 630, 647 e 664. Posteriormente, as concentrações de clorofila foram calculadas pela metodologia de Jeffrey & Humphrey (1975) e as concentrações de carotenóides foram calculadas a partir da metodologia de Parsons et al. (1984) (Figura 3).

Para a identificação do microfítobentos foram sorteadas 10 amostras de cada área (píer e referência). As amostras de sedimento foram lavadas com água do mar filtrada utilizando uma peneira de 45µm para auxiliar a separação dos organismos do substrato. Após triagem, o microfítobentos foi identificado com um microscópio invertido até o nível de gênero, onde foram contados até alcançar um platô no aparecimento de espécies. Foi determinado um número mínimo de 200 organismos por amostra.

$$Cl_a \left( \frac{mg}{m^3} \right) = [11,85 * A(664) - 1,54 * A(647) - 0,08 * A(630)] * \left[ \frac{Va}{Vf * L} \right]$$

$$Cl_b \left( \frac{mg}{m^3} \right) = [21,03 * A(647) - 5,43 * A(664) - 2,66 * A(630)] * \left[ \frac{Va}{Vf * L} \right]$$

$$Cl_c \left( \frac{mg}{m^3} \right) = [24,52 * A(647) - 1,67 * A(664) - 7,60 * A(647)] * \left[ \frac{Va}{Vf * L} \right]$$

$$Carotenoides \left( \frac{mg}{m^3} \right) = [7,6 * A(480) - 1,49 * A(510)] * \left[ \frac{Va}{Vf * L} \right]$$

$Va$  = volume de acetona |  $Vf$  = volume filtrado |  $L$  = caminho óptico

**Figura 3.** Quadro de fórmulas para quantificação de pigmentos.  $Cl_a$  – clorofila a;  $Cl_b$  – clorofila b;  $Cl_c$  – clorofila c. A letra “A” indica o valor obtido na leitura em determinado comprimento de onda

No laboratório, a análise granulométrica foi feita utilizando o método tradicional de peneiramento (SUGUIO, 1973). O sedimento foi seco na estufa a temperatura de 160°C por, pelo menos, 12 horas. Após seco, foi pesado 50 g do sedimento e peneirado sob vibração por 10 minutos num conjunto de peneiras de malhas de 1000 µm; 500 µm; 250 µm; 125 µm; 90 µm e 63 µm. Após esse procedimento, o sedimento que restou em cada peneira foi pesado. Os dados obtidos com as frações pesadas foram utilizados para determinar o tamanho do sedimento das áreas e determinar sua composição.

## 2.4 Análise de Dados

### 2.4.1 Macrofauna

Os dados da macrofauna foram analisados em duas etapas, sendo a primeira descritiva, e a segunda etapa um teste de hipóteses, utilizando o Teste t de Student, que verificou a variação na estrutura das comunidades macrobentônicas a respeito da abundância. Para a descrição da macrofauna, para cada local (píer e referência), foi

calculada a densidade média e o desvio padrão para cada espécie (expressa em indivíduos/m<sup>2</sup>), a abundância total de indivíduos, a riqueza de espécies e o índice de diversidade de Shannon (H). Também foi observado se havia variação a respeito da posição de coleta tangente aos pilares do píer, orientada pelos pontos cardeais (N, S, L e O) através de um teste de Kruskal-Wallis.

#### **2.4.2 Microfitobentos**

Para o microfitobentos foi analisada a concentração de pigmentos (expressa em mg/m<sup>3</sup>) em cada ponto amostrado e a presença e ausência dos organismos por táxon, observando seu padrão de distribuição e correlacionando com a distribuição de táxons da macrofauna. Para avaliação das significâncias da diferença de concentração de pigmentos entre as áreas e direção cardinal, foi submetida análise por meio de ANOVA.

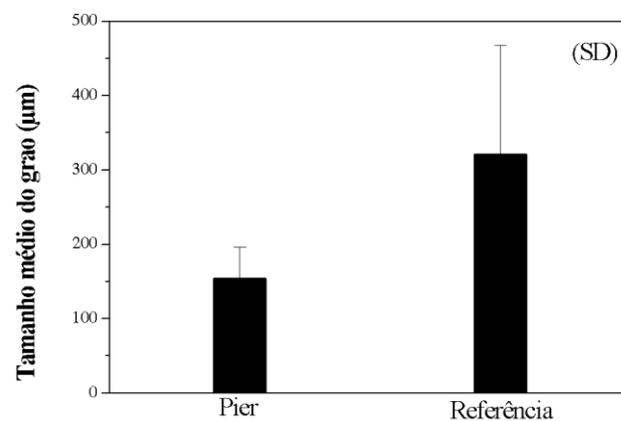
#### **2.4.3 Granulometria**

Os dados de granulometria foram analisados através do programa para Excel GRADISTAT V.8. (BLOTT, 2001), seguido de ANOVA para verificar diferença entre os locais.

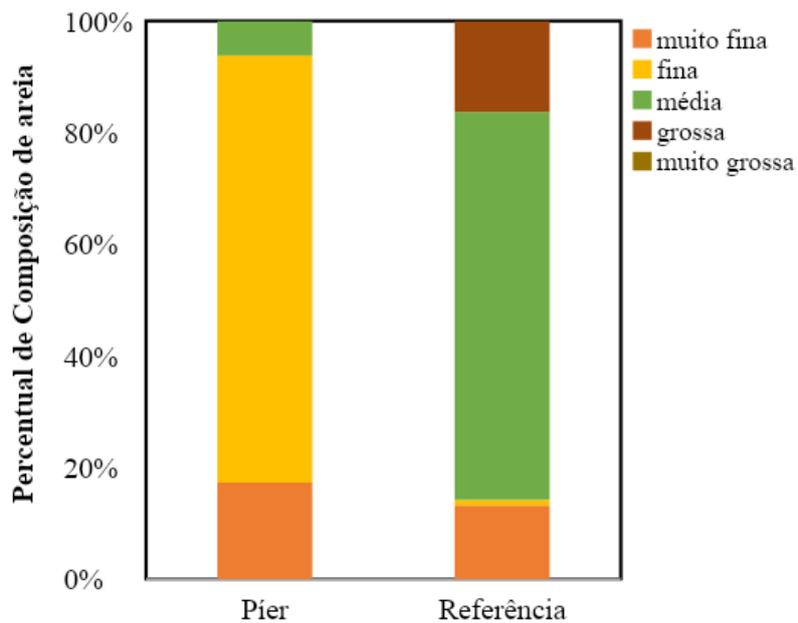
### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Granulometria

Para o tamanho médio do grão (Figura 4) não houve diferença significativa entre as duas áreas ( $F=0,105$ ;  $E=6$ ;  $p>0,05$ ). Em termos de composição, a área do píer possui maior quantidade de areia fina, enquanto a referência teve maior quantidade de areia média (Figura 5).



**Figura 4:** Tamanho médio do grão para cada área. As linhas verticais acima dos histogramas representam o desvio padrão da média. (SD) sem diferença significativa.



**Figura 5** Composição dos diferentes tipos de grãos no sedimento de cada área.

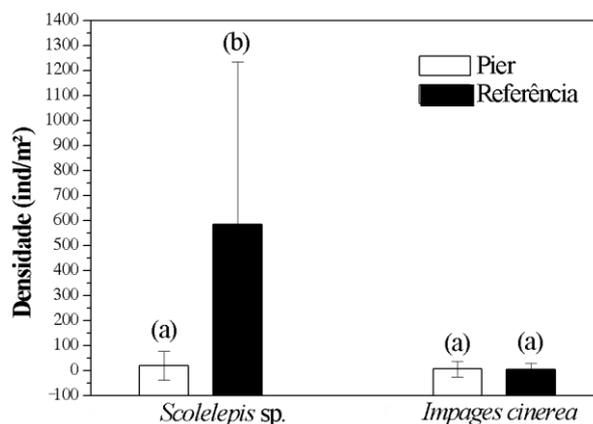
### 3.2 Macrofauna

Com a amostragem realizada nas duas áreas, píer e referência, obtivemos apenas dois táxons (Tabela 1). O poliqueta *Scoelepis* sp. foi o táxon mais abundante na área de referência enquanto o gastrópode *Impages cinerea* não apresentou diferença entre as duas áreas.

**Tabela 1.** Composição e abundância da macrofauna amostrada nas duas regiões.

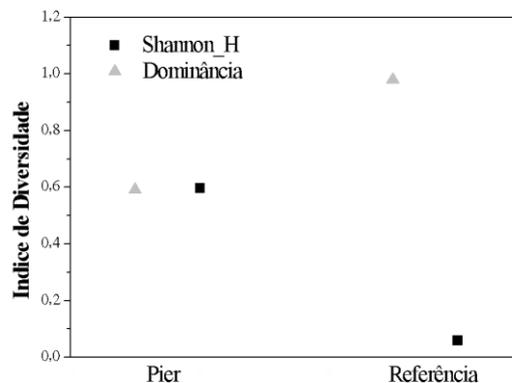
Táxon	Píer	Referência
<i>Scoelepis</i> sp.	32	92
<i>Impages cinerea</i>	02	01

Percebe-se que na área de referência os poliquetas são dominantes, chegando a uma estimativa de mais de quinhentos organismos por metro quadrado (Figura 6). Houve diferença significativa na densidade ( $t=3.4099$ ; g.l.=51,39;  $p<0,05$ ), confirmando que a macrofauna na área de referência é mais abundante que na área do píer. Não houve diferença significativa ( $H= 0,2858$ ; g.l.=3;  $p>0.05$ ) entre as amostras coletadas sob orientação dos pontos cardeais (norte, sul leste e oeste).



**Figura 6:** Densidade de indivíduos por metro quadrado de dois táxons comparados por áreas. Letras diferentes indicam diferença significativa para as comparações de cada taxon.

Tratando como conjuntos, a área de referência mostrou-se com maior índice de dominância em comparação ao píer, condizente com o menor índice de diversidade apresentada pela mesma (Figura 7).



**Figura 7:** Índices de diversidade para cada local.

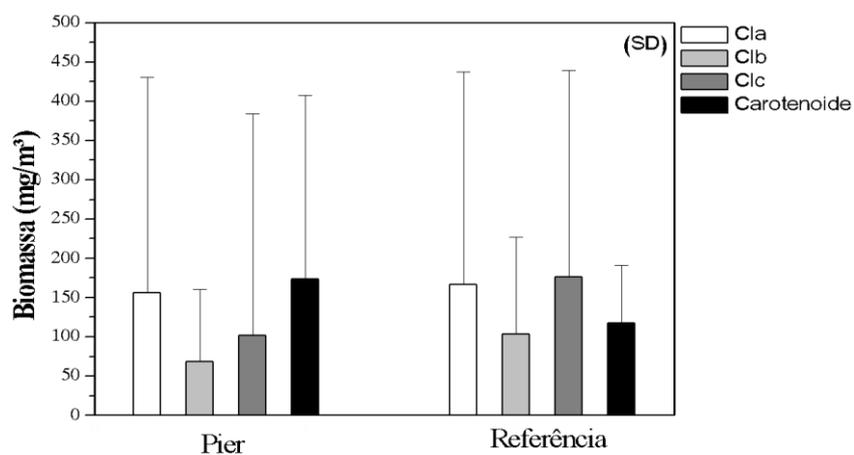
### 3.3 Microfitobentos

Foram identificados 5 gêneros de diatomáceas penadas e cêntricas e 2 gêneros de dinoflagelados (Tabela 2). A maior parte dos gêneros encontrados foram observados em ambas as áreas. Em termos de riqueza não houve diferença entre áreas.

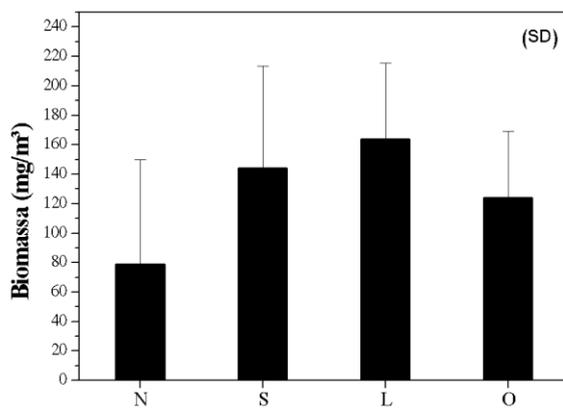
**Tabela 2.** Presença e ausência de organismos fotossintetizantes nas áreas píer e referência e determinação do número total de táxons (riqueza) em cada área. Identificação por gênero. (•) indica presença, enquanto (-) indica ausência.

Táxon	Píer	Referência
<b>Diatomácea</b>		
<i>Achnanthes</i> sp.	•	•
<i>Cocconeis</i> sp.	•	•
<i>Thalassiosira</i> sp.	•	•
<i>Pleurosigma</i> sp.	•	•
<i>Trigonium</i> sp.	-	•
<b>Dinoflagelado</b>		
<i>Prorocentrum</i> sp.	•	•
<i>Ceratium</i> sp.	•	-
<b>Riqueza</b>	6	6

Para concentração de clorofila a, as duas áreas retornaram valores bem semelhantes. Para os outros pigmentos houve pequenas variações (Figura 8). Porém não houve diferença significativa entre as duas áreas ( $F=0,2897$ ;  $E= 6$ ;  $p>0,05$ ). De maneira similar, não houve diferença entre as amostras coletadas no píer em relação aos pontos cardeais para nenhum dos pigmentos (Figura 9).



**Figura 8:** Distribuição de biomassa por tipo de pigmento para as duas áreas de coleta, sendo clorofilas a, b e c, e carotenoide. (SD) sem diferença significativa.



**Figura 9:** Média da distribuição de pigmentos totais sob orientação dos pontos cardeais. (SD) sem diferença significativa.

#### 4. DISCUSSÃO

Enquanto a macrofauna sofreu interferência na abundância, o microfitobentos mostrou-se persistente por todo o local. Porém, ambos não apresentaram variação quanto à orientação pelos pontos cardeais. O microfitobentos mostrou maior quantidade de táxons que a macrofauna. Não houve mais indícios de relação entre os grupos. Já com relação à granulometria, houve uma variação entre áreas e está relacionada com a hidrodinâmica local.

É perceptível que a instalação da estrutura artificial provocou uma alteração no funcionamento do ambiente. Percebe-se que o píer atua como barreira no caminho da onda, alterando a deposição dos sedimentos no local. De acordo com a hipótese levantada por Clososki (2016), parte das ondas são refletidas pelo píer, enquanto outra parte consegue avançar pela estrutura, seguindo seu caminho de forma mais branda. Isto explica a concentração de grãos maiores na área de referência encontrados na análise granulométrica. Este conjunto de processos podem fazer com que características morfodinâmicas sejam alteradas, como o tamanho do grão, atribuindo aspectos mais intermediários a praia dissipativa (MCLACHLAN, 1996). No entanto, a granulometria não foi fator decisivo na distribuição dos organismos. As duas áreas apresentadas mostraram sedimento de tamanho adequado para os organismos coletados, sendo areia fina, média e grossa (VAN HOEY et al., 2004).

Para a macrofauna os resultados obtidos por este estudo vão de encontro ao trabalho de Clososki (2018), onde relata que os poliquetas *Scoelepsis* sp. são os organismos mais abundantes da região. O fato do píer ter apresentado um resultado abaixo do valor de referência pode estar relacionado com o aumento da hidrodinâmica, pois os organismos dependem das características do ambiente para viverem, devido sua fragilidade corpórea. Ao que tudo indica a ação das ondas é o agente que mais interfere na disposição espacial dos organismos. As ondas que constantemente atingem os pilares suspendem o sedimento e possivelmente removem a fauna, salvo organismos que conseguem se enterrar um pouco mais e se protegerem da hidrodinâmica (CLOSOSKI, 2016). Porém, Pagliosa et al. (2012) explicam com seu estudo em um canal que a infauna pode utilizar o píer como abrigo, dado ao fato de que a hidrodinâmica do ambiente é bem menor comparada a praia, assim a abundância na área torna-se bem maior.

A área de referência mostrou-se mais habitável, possivelmente ligado ao fato de não sofrer tanto com o impacto das ondas. A suspensão do sedimento pode deixar os

animais expostos e facilitar sua predação por peixes (BEYST et al., 2002) ou aves (BLOTZHEIM et al., 1984), por exemplo. Além disso, o fato da baixa diversidade deve-se ao fato do alto índice de dominância dos poliquetas. Este resultado corrobora com o estudo de Clososki (2016,2018), onde os poliquetas são mais dominantes durante o verão, e no inverno esse índice diminui um pouco, permitindo maior diversidade.

Para o microfitobentos os resultados não apontaram que a hidrodinâmica interfere na sua distribuição. Porém, de acordo com Brotas (1995), o tamanho do sedimento e a amplitude de maré são fatores importantes para a distribuição espacial do microfitobentos. Como os táxons encontrados foram semelhantes para as duas áreas não nos permite inferir que nas poças circunferentes aos pilares há a retenção de outros organismos fotossintetizantes (diatomáceas e dinoflagelados) trazidos pela maré. Um fator que poderíamos explorar é se o percurso das ondas pode contribuir com a distribuição homogênea do microfitobentos, dado seu pequeno tamanho (entre 10µm e 80µm aproximadamente). Fonseca et al. (2013), mostram que variações sazonais podem ocorrer devido a turbulência da água decorrente de eventos climáticos.

Pagliosa et al. (2012) apresentam que em um ambiente estuarino a atividade primária foi reduzida por conta das estruturas artificiais que atenuam a luz do ambiente. Porém, na praia, a presença do píer não interferiu na luminosidade do ambiente, por mais que a estrutura forneça sombra. Pelo píer ser uma construção aberta e com ausência de vegetação, o microfitobentos consegue realizar fotossíntese normalmente. Yamaguchi et al. (2007) mostra que a fauna macrobentônica pode estar relacionada com o microfitobentos, sendo que estes deixam o sedimento com maior taxa de oxigênio, possibilitando o aumento da abundância desses organismos. Porém, com a interferência da hidrodinâmica o aumento dessa abundância na macrofauna não é percebido para este local, não possibilitando a comparação direta com o microfitobentos.

Para ambos os componentes da comunidade bentônica a posição de coleta referente aos pontos cardeais não apresentou variação, demonstrando que toda região do píer esta suscetível as variações abióticas apresentadas. Isto indica que o micro-habitat é homogêneo em qualquer sentido, não oferecendo abrigo para a macrofauna.

Contudo, os processos abióticos mostram-se os responsáveis por maior parte das mudanças no funcionamento do ecossistema. É necessário que um estudo mais aprofundado sobre a dinâmica de deposição de sedimento, junto as variações sazonais de microfitobentos e macrofaunas sejam feitos. Salientamos que coletas em réplicas temporais podem ajudar a descrever melhor as características abióticas e bióticas.

Também é possível que o número de amostras nas áreas de referência seja aumentado, em prol de uma averiguação da variação gradual da distribuição dos organismos. Assim como, uma análise mais apurada dos processos físicos que ocorrem com as ondas ao se quebrarem no píer, mudando seu percurso.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme alguns estudos, fica claro que a estrutura artificial influencia na comunidade de praias arenosas. Neste caso, percebemos que a mudança na energia de onda, barrada pelo píer faz com que aumente a hidrodinâmica e assim impossibilita a vivência dos organismos naquele micro-habitat. Para um melhor entendimento faz-se necessário uma investigação mais aprofundada dos processos erosivos e de sedimentação para esclarecer como é o processo no local. Além disso, réplicas temporais são necessárias para entender como é a disposição das espécies sob influência do clima. Conforme vimos, as estruturas artificiais desempenham um grande papel no desenvolvimento social, porém podem ocasionar mudanças ecológicas. Sendo assim, nosso estudo contribui sobre como a comunidade bentônica se comporta frente a essas mudanças. Deve-se levar em consideração todo o funcionamento do ecossistema para a avaliação do processo de interferência. Assim, o ambiente será entendido como um todo, possibilitando a tomada de decisões e criando soluções para o gerenciamento costeiro, permitindo o desenvolvimento e a expansão urbana de maneira sustentável.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOTT, S. J.; PYE, K. (2001) GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. **Earth, Surface Processes and Landforms**, vol. 26: 1237- 1248 pp
- BROTAS, Vanda et al. Spatio-temporal distribution of the microphytobenthic biomass in intertidal flats of Tagus Estuary (Portugal). **Hydrobiologia**, Lisboa, v. 300, n. [], p.93-104, jun. 1995.
- BROWN, ALEXANDER C.. Behavioural plasticity as a key factor in the survival and evolution of the macrofauna on exposed sandy beaches. **Revista Chilena de História Natural**, [S.L], n. 69, p. 469-474, jul. 1996.
- BULLERI, F.; CHAPMAN, M. The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, n. 1, p. 26-35, 2010.
- CHAPMAN, M. G.; BLOCKLEY, D. J.. Engineering novel habitats on urban infrastructure to increase intertidal biodiversity. **Oecologia**, [s.l.], v. 161, n. 3, p.625-635, 24 jun. 2009.
- CLOSOSKI, Glaucia. Variação temporal no efeito de uma estrutura artificial sobre a morfodinâmica sedimentar e a macrofauna bentônica de uma praia arenosa. 2016. 26 f. 2018
- CLOSOSKI, Glaucia. Estrutura artificial em praia arenosa: efeitos na macrofauna bentônica. 2016. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Ciências do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2016.
- DE JONGE, V. N.; VAN BEUSEKMAN, J. E. E. Wind - and tide – induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the Ems estuary. **Limnol. Oceanogr.**, v. 40, p. 766-778, 1995
- DEFEO, Omar; MCLACHLAN, Anton. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress Series**, Marine Ecology Progress Series, v. 295, p.1-20, 23 jun. 2005
- FONSECA, A. L. D. et al. Microphytobenthic biomass on a subtropical intertidal flat of paranaguá bay (southern brazil): spatio-temporal distribution and the influence of environmental conditions. **Brazilian journal of oceanography**, [s.l.], v. 61, n. 2, p. 83-92, mai. 2013.
- HERMAN, P. M. J.; MIDDLEBURG, J. J.; WIDDOWS, J.; LUCAS, C. H.; HEIP, C. H. R. Stable isotopes as trophic tracers: combining field sampling and manipulative labelling of food resources for macrofauna. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 204, p. 79-92, 2000.

JEFFREY, S.w.; HUMPHREY, G.f.. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. **Biochemie Und Physiologie Der Pflanzen**, [s.l.], v. 167, n. 2, p.191-194, 1975.

MCLACHLAN, A. and DORVLO, A.,. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, 21(4), 674–687. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208, 2005.

MCLACHLAN, A. et al. Sandy Beach Macrofauna Communities and their Control by the Physical Enviroment: A geographical Comparison. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, Florida, n. 15, p. 27-38, jun. 1993.

MCLACHLAN, Anton. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L], v. 131, p. 205-217, fev./dez. 2017.

MCLACHLAN, Anton. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L], v. 131, p. 205-217, fev. 1996.

PAGLIOSA, P. R. et al. Influence of piers on functional groups of benthic primary producers and consumers in the channel of a subtropical coastal lagoon. **Brazilian journal of oceanography**, [s.l], n. 60, p. 65-73, jul./dez. 2012.

PARSONS, T. R., Y. Maita and C. M. Lalli, A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. **Pergamon Press**, Oxford, 173 pp. 1984.

SHORT, Andrew D.. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de História Natural**, [s.i], n. 69, p.589-604, jul. 1996.

SOSPEDRA, J. et al. Benthicfluxes of oxygen and nutrients in sublittoralfine sands in anorth-western Mediterranean coastal area. Elsevier - **Continental Shelf Research**, Spain, v. 97, p. 32-42, fev. 2015.

SUGUIO K. (1973) Introdução a sedimentologia. Editora Edgard Blucher. EDUSP, São Paulo

VALENTIN, Jean Louis; MUELBERT, José Henrique. **Introdução às ciências do mar: Capitulo - Ambiente marinho**. 1 ed. Pelotas: Editora Textos, 2015. 214-381 p

VAN HOEY, Gert; DEGRAER, Steven; VINCX, Magda. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [s.l.], v. 59, n. 4, p.599-613, abr. 2004.

VON BLOTZHEIM, Glutz et al. **Handbuch der Vo'gel Mitteleuropas**. Wiesbaden: Aula, 1984. 839 p

YAMAGUCHI, Hitomi et al. Dynamics of microphytobenthic biomass in a coastal area of western Seto Inland Sea, Japan. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [s.l.], v. 75, n. 4, p.423-432, dez. 2007.