

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
***campus* Baixada Santista – Instituto do Mar**
Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar

LEONARDO DE SOUZA CRUZ

**Variação da macrofauna bentônica do entremarés ao longo do arco praial de uma praia
arenosa com influência de água doce**

SANTOS - SP

2021

LEONARDO DE SOUZA CRUZ

Varição da macrofauna bentônica do entremarés ao longo do arco praial de uma praia arenosa com influência de água doce

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Universidade Federal de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Querobim Yokoyama

SANTOS - SP

2021

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

C957v de Souza Cruz, Leonardo.
Variação da macrofauna bentônica do entremarés ao longo do arco praial de uma praia arenosa com influência de água doce. / Leonardo de Souza Cruz; Orientador Leonardo Querobim Yokoyama; Coorientador . -- Santos, 2021.
29 p. ; 30cm

TCC (Graduação - Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia do Mar) -- Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, 2021.

1. Ecologia. 2. Praia Arenosa. 3. Macrofauna Bentônica. 4. Comunidade. I. Querobim Yokoyama, Leonardo, Orient. II. Título.

CDD 551.46

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador Leonardo, por tanto tempo e paciência dedicados a mim e a esse trabalho. Agradeço a tudo que eu pude aprender e todas as oportunidades que pude aproveitar, em diversas saídas de campo, de Ubatuba à Barra do Una.

Agradeço também minha família que sempre me apoiou, principalmente minha mãe Sandra, meu pai Júlio e aos avós Marina, Cristina e Irandy que sempre lutaram pra me manter em Santos. Além do enorme apoio dos meus irmãos Ju e Edu, e de minha tia Marcela, que sempre me apoiou a seguir meus sonhos e “ir pro mar”.

Agradeço aos meus amigos de Pirassununga, William, Ana, Isa, Gui e Henrique, que também sempre me apoiaram a seguir por esse caminho. Além disso, agradeço muito a todos os amigos que pude fazer nesse período em Santos. Desde a amigos pro samba, campo e laboratório. Sem Larissa, Yago, Gui, Nicolý, Giulia e Fer, esse trabalho não sairia. Ainda pude contar com o grande apoio de Carol, Félix, Rafa, Hanna, Milena e Dayse.

Um agradecimento especial ao Cursinho Popular Cardume, por ter me acolhido de forma tão linda e pela oportunidade de uma formação pessoal e profissional enorme, muito obrigado Marcelo, Edu, Samara, Mauricio, Gondim e Kath.

Por fim, agradeço também a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e ao Instituto do Mar, por todo apoio de infraestrutura para a realização do trabalho, e às agencias fomentadoras, CNPQ pela bolsa PIBIC e a FAPESP pela ajuda de custo nas saídas de campo.

APRESENTAÇÃO

O projeto foi concebido no segundo semestre de 2018, e teve o início das atividades em junho de 2019. As atividades laboratoriais estavam previstas para ocorrer até o primeiro semestre de 2020, dada a quantidade de amostras de fauna e sedimento para serem triadas e processadas. Entretanto, por conta da Pandemia de COVID-19, com início em março de 2020, houve a paralisação das atividades didáticas e laboratoriais na UNIFESP, impedindo assim a conclusão de diversas atividades que estavam previstas no planejamento original da pesquisa. Porém, mesmo com a falta de alguns dados, como a granulometria, a porcentagem de matéria orgânica do sedimento e as identificações mais específicas dos organismos, o trabalho trouxe muitos resultados e conclusões pertinentes.

Com a normalização da situação e o retorno das atividades na UNIFESP, o futuro manuscrito poderá ser grandemente reforçado. As atividades necessárias para a conclusão da pesquisa, serão descritas em tópico próprio, após as Referências do presente trabalho.

*“Andei por andar, andei
E todo caminho deu no mar
Andei pelo mar, andei
Nas águas de Dona Janaína
A onda do mar leva, a onda do mar traz
Quem vem pra beira da praia, meu bem
Não volta nunca mais”*

(Dorival Caymmi)

RESUMO

A ecologia é uma ciência que busca entender as relações entre fatores ambientais e as comunidades. O ambiente pode determinar uma série de consequências para a comunidade, como por exemplo a sua distribuição espacial. Ou seja, populações podem ocupar espaços diferentes de acordo com as características do ambiente. No contexto da distribuição espacial, um dos ambientes que podem ser estudados são as praias arenosas, ecossistemas afetados por diversos fatores físicos que podem influenciar a estruturação das comunidades. Informações sobre distribuição ao longo da praia são deficitárias, e esse tipo de dado pode ajudar no manejo desse ambiente, principalmente praias com algum nível de urbanização. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as variações na distribuição *alongshore* da macrofauna bentônica de uma praia com aporte de água doce. A praia da Enseada em Bertioga-SP foi escolhida como área de estudo por ter em seu extremo sul o deságue do rio Itapanhaú. Com o aumento da distância do rio, houve uma diferença na composição da comunidade, além de um aumento na riqueza e abundância da macrofauna bentônica. Os dados indicam um aumento na abundância de crustáceos e gastrópodes na direção oposta ao rio, enquanto que um padrão oposto foi verificado para bivalves. Já para a assembleia de poliquetas não houve grande variação ao longo do arco praial. A salinidade pode ter sido decisiva principalmente em questão de recrutamento, para crustáceos e gastrópodes; já para bivalves, filtradores, o fator mais importante pode ter sido a disponibilidade de matéria orgânica trazida pelo rio. Para poliquetas, características do sedimento, como granulometria e matéria orgânica, podem ter maior influência na assembleia, do que características da água, como a salinidade. Para gastrópode, fatores biológicos como presença de alimento podem ter sido mais decisivos. Esse estudo pode ser relevante para o manejo e conservação de praias arenosas, somando mais informações sobre esse ambiente, podendo culminar em melhores resultados de gerenciamento.

Palavras-chave: ecologia, praias arenosas, água doce, macrofauna bentônica

ABSTRACT

Ecology is a science that seeks to understand the relationship between environmental factors and communities. The environment can determine a series of consequences for the community, such as its spatial distribution. In other words, populations can occupy different spaces according to the characteristics of the environment. In the context of spatial distribution, one of the environments that can be studied are sandy beaches, ecosystems affected by several physical factors that can influence the structuring of communities. Information on distribution along the beach is deficient, and this type of data can help in the management of this environment, especially beaches with some level of urbanization. Thus, the objective of the present work was to evaluate the variations in the longshore distribution of the benthic macrofauna of a beach with fresh water. The Enseada beach in Bertioga-SP was chosen as a study area due to its southern end draining the Itapanhaú River. As the distance from the river increased, there was a difference in the composition of the community, in addition to an increase in the richness and abundance of the benthic macrofauna. The data indicate an increase in the abundance of crustaceans and gastropods in the opposite direction to the river, while an opposite pattern was verified for bivalves. As for the polychaete assembly, there was no great variation along the beach arch. Salinity may have been decisive mainly in terms of recruitment, for crustaceans and gastropods; for bivalves, filters, the most important factor may have been the availability of organic matter brought by the river. For polychaetes, sediment characteristics, such as granulometry and organic matter, may have a greater influence on the assembly, than water characteristics, such as salinity. For gastropods, biological factors such as the presence of food may have been more decisive. This study may be relevant for the management and conservation of sandy beaches, adding more information about this environment, which may culminate in better management results.

Key-words: ecology, sandy beaches, freshwater, benthic macrofauna

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** -Praia da Enseada, na região norte da Baixada Santista. Os pontos representam as estações de coleta dispostas ao longo do arco praial. A seta indica o estuário do Rio Itapanhaú. No detalhe a direita, a localização da praia na costa do Estado de São Paulo 14
- Figura 2** - Esquema ilustrativo de amostragem de três transectos, onde P representa amostras de macrofauna, G as amostras para granulometria e S as amostras de salinidade. O ponto 1 é o mais próximo da linha d'água. Esse esquema foi replicado para todos os 13 transectos. 15
- Figura 3** - Perfil Praial da Praia da Enseada (Bertioga-SP) em que T1 é o transecto mais próximo a saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante. O ponto 0 está localizado no limite superior do supralitoral..... 17
- Figura 4** - Salinidade ao longo do arco praial da Praia da Enseada (Bertioga-SP) em que T1 é o transecto mais próximo a saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante. S1 é o ponto mais próximo da linha d'água e S2 o ponto intermediário do entremarés. 17
- Figura 5** - Variação de abundância dos táxons ao longo do arco praial, sendo T1 o transecto mais próximo da saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante. 18
- Figura 6** - Variação de abundância dos táxons no entremarés, sendo 0m o ponto mais próximo à linha d'água e 100m o mais distante..... 19
- Figura 7** - Distribuição dos indivíduos, por táxons, ao longo do arco praial e do entremarés. A) Polychaeta, B) Crustacea, C) Bivalvia, D) Gastropoda. 21

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	<i>Contexto e Problema</i>	11
1.2	<i>Objetivo</i>	14
2	Materiais e Métodos	14
2.1	<i>Área de estudo</i>	14
2.2	<i>Amostragem e Procedimento de Laboratório</i>	15
2.3	<i>Análise dos dados</i>	16
3	Resultados	16
3.1	<i>Ambiente</i>	16
3.2	<i>Comunidade</i>	18
4	Discussão	22
5	Referências	24
6	Considerações Finais	28
6.1	<i>Procedimento de Laboratório</i>	28
6.2	<i>Análise dos dados</i>	28

1 Introdução

1.1 Contexto e Problema

A ecologia pode ser definida como o estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações ambientais que determinam esses padrões. Essas interações podem ocorrer em diferentes escalas, desde a competição intra- e interespecífica, como também pela ação do meio em que os organismos vivem (Townsend *et al.* 2008). Relações como essas já foram descritas nos mais diversos ambientes, como o conceito de *continuum fluvial* descrito por Vannote *et al.* (1980), em que se relaciona os mais diversos ambientes ao longo do trecho do rio e suas relações ecológicas, sendo por exemplo a montante do rio ocupada por peixes menores, já que é um ambiente mais raso e estreito, assim como a jusante é ocupada por peixes maiores sendo o ambiente mais amplo e profundo. Esta lógica pode ser aplicada, com ressalvas, aos diferentes ecossistemas costeiros, como no caso das praias arenosas.

Praias arenosas são ambientes costeiros na interface entre o continente e o mar. Esse ecossistema possui muitos usos, como o lazer ou também como lar de comunidades tradicionais. Além disso, as praias abrigam comunidades de macrofauna bentônica, animais que vivem enterrados no sedimento, que passaram a ser melhor estudados em meados do novo milênio, já que antes este era considerado um ambiente desértico (Defeo & McLachlan 2005). A macrofauna de praias arenosas, tem suas populações e comunidades regidas principalmente por fatores físicos do habitat, como a maré, as ondas, o tipo e o tamanho de sedimento, e a exposição ao sol.

Utilizando a energia das ondas e sua interação com a face praial como parâmetro, pode-se dividir as praias arenosas em três estados morfodinâmicos: refletiva, dissipativa e intermediária. As praias refletivas possuem uma menor zona de arrebentação, o que ocasiona na dissipação de grande parte da energia da onda na face de praia, e fazendo com que sedimentos de grão mais fino fiquem suspensos, ou seja, somente o sedimento mais grosso consegue decantar (Defeo & McLachlan 2005). Em praias dissipativas, temos o contrário, por haver uma grande zona de arrebentação e menor declividade da praia, a onda não chega com tanta energia na face praial, de modo que pequenos grãos de areia consigam decantar também (Defeo & McLachlan 2005). A praia intermediária está entre esses dois tipos anteriores, possuindo características intermediárias, tanto em sua biodiversidade, como em sua hidrodinâmica.

Outro fator que contribui para dinâmica de comunidades em praias arenosas é a maré, que tem um papel fundamental na zonação, ou seja, na distribuição dos organismos ao longo do gradiente da largura da praia. As praias podem ser divididas em diferentes regiões e, de acordo com Salvat (1964) tem-se três: o infralitoral, o entremarés e o supralitoral. O infralitoral é a região que se encontra sempre abaixo do nível do mar, ou seja, possui maior influência marinha, e raramente o ambiente (e os organismos) fica expostos ao ar (Amaral 1980). O supralitoral é o que possui menor influência da água do mar, já que se encontra quase sempre exposto ao ar, tendo maior influência do ambiente terrestre. A região entremarés é o local em que se intercala a presença da água, ora ficando submerso, ora emerso, caracterizando um ambiente dinâmico, havendo variações durante o dia (Bally 1983). A distribuição dos organismos é feita por características adaptadas ao sistema de marés, porém outros fatores também influenciam nessa distribuição, como temperatura, força de onda, e granulometria, além de fatores biológicos como a competição (Brazeiro & Defeo 1996).

Dentro do contexto físico, as comunidades de macrofauna de praias arenosas apresentam alguns padrões. O primeiro deles é que há uma diminuição de biomassa, abundância e biodiversidade de organismos, das praias dissipativas para as refletivas (McLachlan 1990, Defeo *et al.* 1992). Isso ocorre pois, em praias refletivas, por haver muita energia mecânica sendo dissipada na areia, os organismos não conseguem se fixar direito e são obrigados a desviarem energia para manutenção da vida, o que ocasiona uma menor taxa de natalidade e maior taxa de mortalidade (Defeo *et al.* 2003). Em praias dissipativas, há uma maior disponibilidade de alimentos, por conta da menor severidade do ambiente, fazendo com que populações sejam mais reguladas por interações biológicas (Defeo & McLachlan 2005). Quanto a granulometria do sedimento, quanto mais fino o grão, maior a abundância e diversidade de espécies, em praias arenosas (Amaral *et al.* 2003).

Os padrões de zonação não são bem definidos em praias, entretanto há algumas constatações gerais, em distribuições *across-shore* as quais levam em conta uma variação horizontal na praia, ou seja, desde a linha do mar até a restinga. De forma geral, na região supralitoral, há maior abundância de crustáceos; no entremarés superior encontram-se mais isópodes; o entremarés inferior apresenta gastrópodes e no infralitoral há maior abundância de moluscos (Brazeiro & Defeo 1996, Neves & Bemvenuti 2009). Outro tipo de distribuição que podemos ter é a *alongshore*, ou seja, ao longo da praia, sendo uma variação de mesoescala que percorre todo o arco praial. Esses dois tipos de distribuição espacial podem ser afetados por fatores físicos, causando muitas vezes assimetria, podendo ser afetados pela exposição de ondas e a salinidade (Defeo & McLachlan 2005). Há também variações verticais no sedimento,

consideradas de microescala, em que a riqueza e a densidade são maiores nas camadas superficiais. Os maiores fatores que influenciam nessa distribuição, é a temperatura e a umidade do sedimento (Celentano *et al.* 2019).

Variações *alongshore* vem sido documentadas para comunidades e populações. Praias mais longas apresentaram maiores níveis de riqueza, por poderem abrigar maior número de espécies (Brazeiro 1999), além da abundância de indivíduos diminuir com o aumento da encosta da praia e o tamanho dos grãos, bem como a diminuição da largura e faixa relativa de areia (Defeo & McLachlan 2005). Outro fator que pode ser encontrado é a presença de água doce, tanto pela descarga de rios como também pelo afloramento de lençóis freáticos (Gandara-Martins *et al.* 2015). Lercari *et al.* (2002) e Lercari & Defeo (2003) demonstraram que há diminuição da riqueza, diversidade e abundância de espécies quando há um distúrbio de água doce. Isso se deve à baixa taxa de recrutamento e alta mortalidade, causado pela salinidade mais baixa (Lercari & Defeo 1999).

Contudo, apesar de haver informações sobre zonação *alongshore* de praias arenosas, no litoral brasileiro temos uma grande defasagem desses dados, o que pode ocasionar problemas em programas de gerenciamento e conservação (Amaral *et al.* 2016). Ainda que o Estado de São Paulo possua uma maior concentração desses tipos de estudo, eles são voltados em sua grande maioria para o litoral norte, ou seja, há poucos estudos referentes a biodiversidade da região entremarés de praias do litoral centro-sul (Amaral *et al.* 2016). Uma das características que mais diferenciam essas duas regiões do litoral paulistano é que as praias do norte são mais recortadas, e as do centro-sul possuem maiores extensões contínuas, e por conta disso, tem-se a necessidade de mais estudos nessa área. Portanto, o presente estudo pretende auxiliar na redução dessa defasagem de informações sobre biodiversidade da macrofauna bentônica da região da Baixada Santista, analisando e comparando fatores físicos e biológicos ao longo da Praia da Enseada de Bertioga, praia de longa extensão com descarga de água doce pelo Rio Itapanhaú. Com isso, espera-se que as comunidades perto da descarga de água sejam diferentes das distantes, possuindo menor riqueza e abundância (Lercari & Defeo 2003). Além disso, o presente estudo também visa contribuir na gestão e entendimento da macrofauna residente do local, possibilitando embasamento científico e teórico para criação de políticas públicas para melhor uso e manejo desse ambiente tão importante para a população humana (Amaral *et al.* 2016).

1.2 Objetivo

Avaliar a variação *alongshore* da macrofauna bentônica da região entremarés da Praia da Enseada, em Bertioga, litoral centro de SP, analisando possíveis diferenças na zonação, diversidade, riqueza e abundância da comunidade. Além disso, avaliaremos qual a influência da saída de água doce do Rio Itapanhaú na distribuição *alongshore* da macrofauna.

2 Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

As amostragens ocorreram em Junho de 2019, na Praia da Enseada ($23^{\circ}49'02''S$; $46^{\circ}04'39''W$), localizada em Bertioga, região da Baixada Santista, litoral centro do Estado de São Paulo (Fig. 1). Na porção oeste da praia está localizado o deságue do Rio Itapanhaú. O arco praiar possui aproximadamente 11,5km de extensão, com perfil plano, baixa energia de onda, características que a definem como uma praia dissipativa.

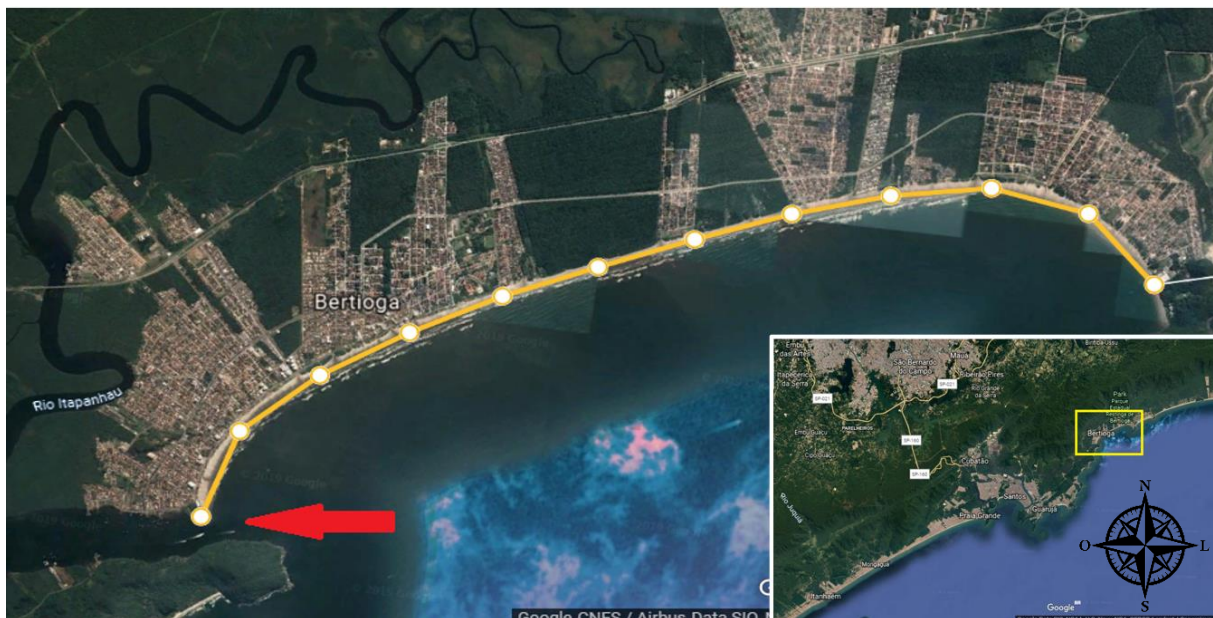


Figura 1 -Praia da Enseada, na região norte da Baixada Santista. Os pontos representam as estações de coleta dispostas ao longo do arco praiar. A seta indica o estuário do Rio Itapanhaú. No detalhe a direita, a localização da praia na costa do Estado de São Paulo.

2.2 Amostragem e Procedimento de Laboratório

As amostragens foram realizadas entre junho e julho de 2019. A metodologia seguiu o modelo proposto pela REBENTOS (Rede de Monitoramento de Habitats Costeiros Bentônicos) formulado por Rosa Filho *et al.* (2015). As amostragens ocorreram na maré baixa de sizígia, período em que há maior exposição da zona entremarés, possibilitando alcançar quase a totalidade da macrofauna (Schlacher *et al.* 2008). A metodologia consistiu no estabelecimento ao longo de todo o arco praiar de 13 transectos perpendiculares à linha do mar, posicionados na região entremarés da praia, e distanciados entre si por aproximadamente 1 km (Fig. 1, 2). Em cada transecto, foram feitos 10 pontos de amostras equidistantes com um amostrador de 20cm de diâmetro por 20cm de profundidade (Fig. 2). O uso de amostrador circular tem relação com a menor razão entre a área da superfície e o volume do cilindro quando comparado a amostradores cúbicos (Schlacher *et al.* 2008). O cilindro foi enterrado a uma profundidade de 15cm, o suficiente para contemplar a maioria dos animais. O primeiro ponto foi o mais próximo da linha da água e o último o mais distante. Depois de obtidas, as amostras foram lavadas com água do mar numa malha de abertura de 0,5mm, e o material, incluindo os organismos retido foram fixados inicialmente em álcool 70%. Posteriormente, os indivíduos foram identificados ao menor nível taxonômico possível, contados e preservados em álcool 70%.

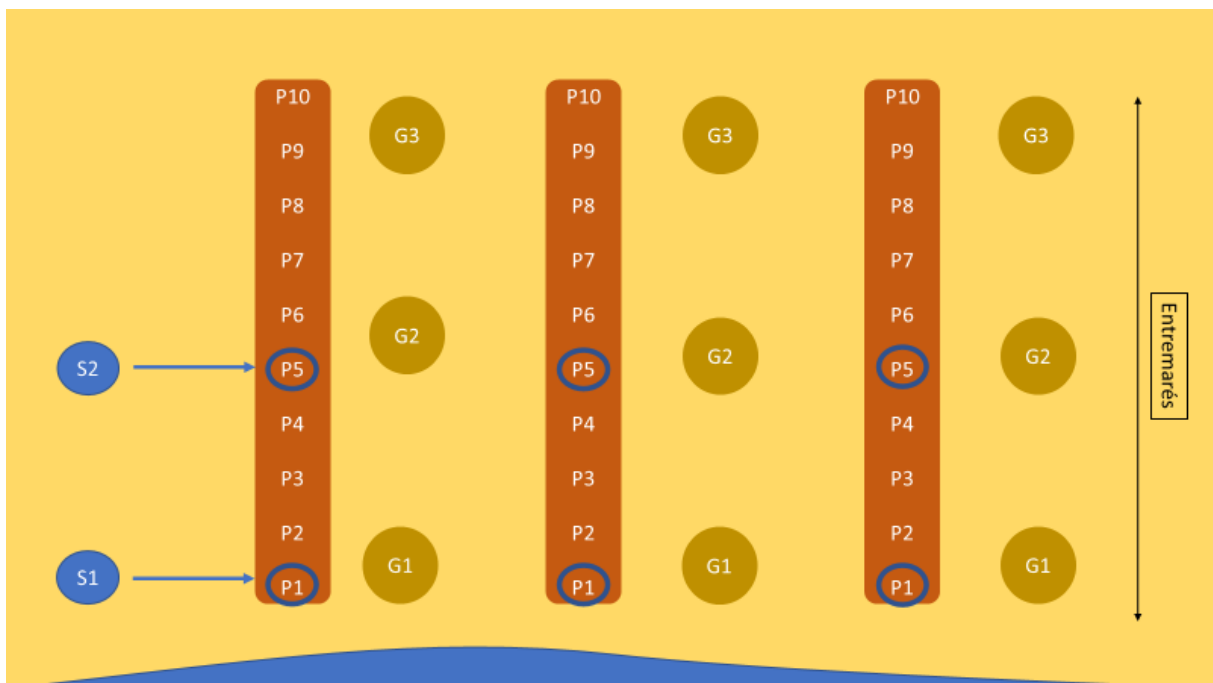


Figura 2 - Esquema ilustrativo de amostragem de três transectos, onde P representa amostras de macrofauna, G as amostras para granulometria e S as amostras de salinidade. O ponto 1 é o mais próximo da linha d'água. Esse esquema foi replicado para todos os 13 transectos.

Para a análise granulométrica, cada transecto foi dividido em três regiões (superior, médio e inferior do entremarés), e em cada setor foram feitas amostras de sedimento com um amostrador de 3cm de diâmetro por 10cm de profundidade. Já a salinidade foi coletada na água intersticial da parte média e inferior do entremarés, quando possível e medida por um refratômetro portátil.

2.3 Análise dos dados

A distribuição dos organismos ao longo dos transectos foi avaliada, somando a abundância de todos os pontos de cada transecto, além da transformação dos dados em logaritmo, a fim de aproximar os valores. Além disso, também foi analisada a variação dos táxons por nível amostral, sendo que todos os pontos de mesmo nível foram somados, e colocados em um gráfico de pipa.

Por fim, foi feito também um gráfico de pipa para cada um dos quatro táxons, tendo como finalidade a possibilidade de se observar a distribuição de cada um, tanto *alongshore* como *across-shore*. Desse modo é possível observar a zonação dessa praia de forma mais clara.

3 Resultados

3.1 Ambiente

Sobre o perfil praiial da Praia da Enseada, pode-se notar que ao longo da praia não houve grande diferença entre os transectos, todos bem próximos de um estado dissipativo (Fig. 3). Entretanto, vale ressaltar que ao longo do arco praiial, registramos variações na largura da faixa de areia, ora sendo mais curtos como por exemplo os Transectos 11 e 13 (100m) ora sendo mais longos como nos Transectos 4 e 5 (150m).

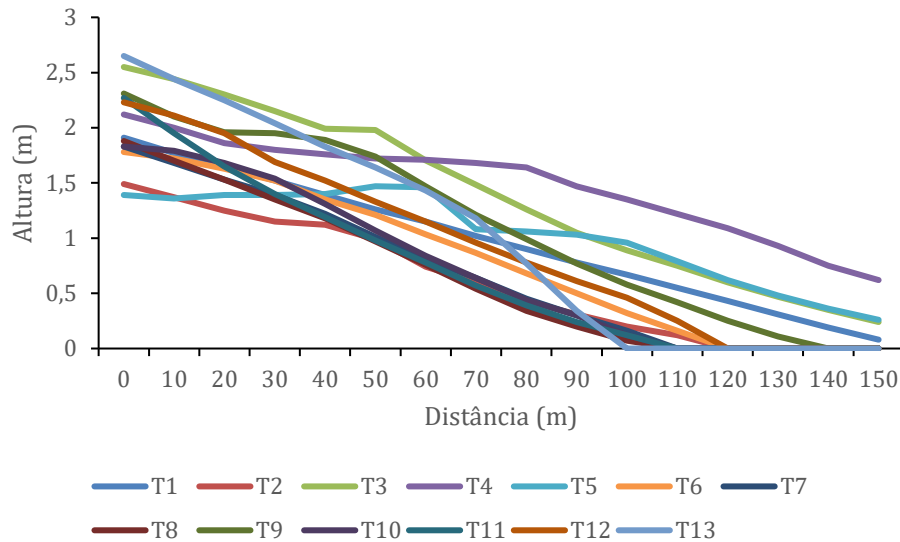


Figura 3 - Perfil Praial da Praia da Enseada (Bertioga-SP) em que T1 é o transecto mais próximo a saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante. O ponto 0 está localizado no limite superior do supralitoral.

Já para a salinidade, também não houve ao longo do arco praial uma variação tão grande e nem se mostra uma tendência muito clara (Fig. 4). O que é importante observar são algumas variações na salinidade do entremarés intermediário (S2) nos Transectos 7 e 11 em que há uma queda brusca da salinidade, ocasionada por saídas de água doce locais, tanto naturais, sendo alguns riachos, como artificiais, por exemplo canais pluviais.

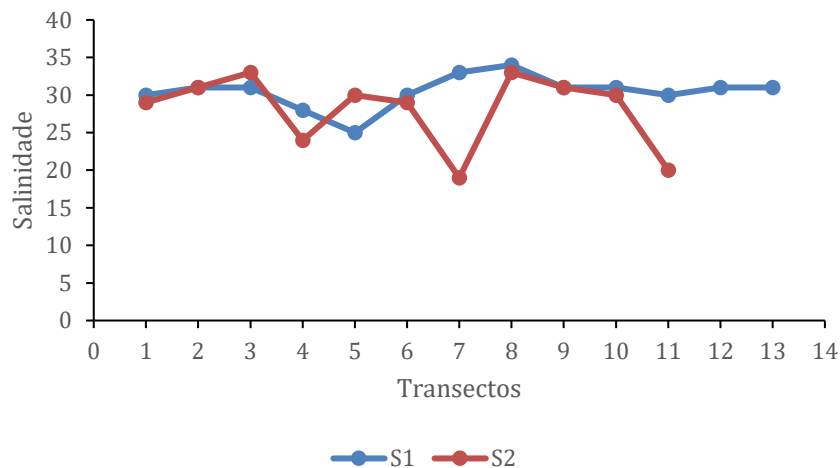


Figura 4 - Salinidade ao longo do arco praial da Praia da Enseada (Bertioga-SP) em que T1 é o transecto mais próximo a saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante. S1 é o ponto mais próximo da linha d'água e S2 o ponto intermediário do entremarés.

3.2 Comunidade

Os organismos foram contados e separados em quatro grandes táxons: Polychaeta, Crustacea, Bivalvia e Gastropoda. Esses foram os únicos táxons, dentro da macrofauna, que foram encontrados na Praia da Enseada. Foram coletados 13665 organismos, sendo o táxon Polychaeta o mais abundante (n=13139), seguido por Bivalvia (n=312), Crustacea (n=158) e Gastropoda, o menos abundante (n=56). É possível notar que poliquetas e crustáceos seguem tendências bem parecidas ao longo do arco praial (Fig. 5). Enquanto poliquetas não variam tanto praticamente em toda a praia, os crustáceos seguem essa tendência mais na parte central.

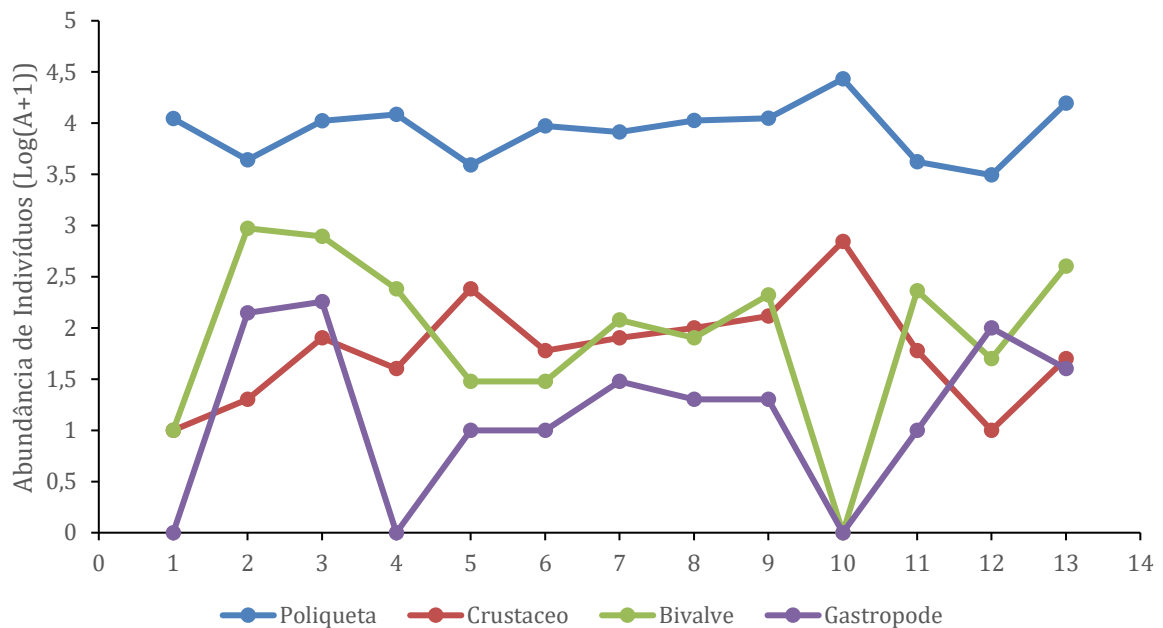


Figura 5 - Variação de abundância dos táxons ao longo do arco praial, sendo T1 o transecto mais próximo da saída do Rio Itapanhaú e T13 o mais distante.

Já Bivalves e Gastrópodes possuem uma distribuição muito similar entre si, em que imediatamente próximos ao estuário do Rio Itapanhaú (Transecto 1), houve uma baixa presença desses táxons, em abundância (Fig. 5). Entretanto, ainda próximo, mas a uma certa distância, no Transecto 2 e 3, há um aumento dessa presença, assim como mais ao norte da praia, em que também há uma pequena saída de água doce, através de um riacho.

É interessante observar que assim como na distribuição *alongshore*, poliquetas e crustáceos também seguem uma tendência muito parecida na distribuição *across-shore*, ocupando mais a parte intermediária e superior do entremarés (Figs. 6, 7). Bivalves e gastrópodes também continuam relacionados, ocupando regiões inferiores do entremarés.

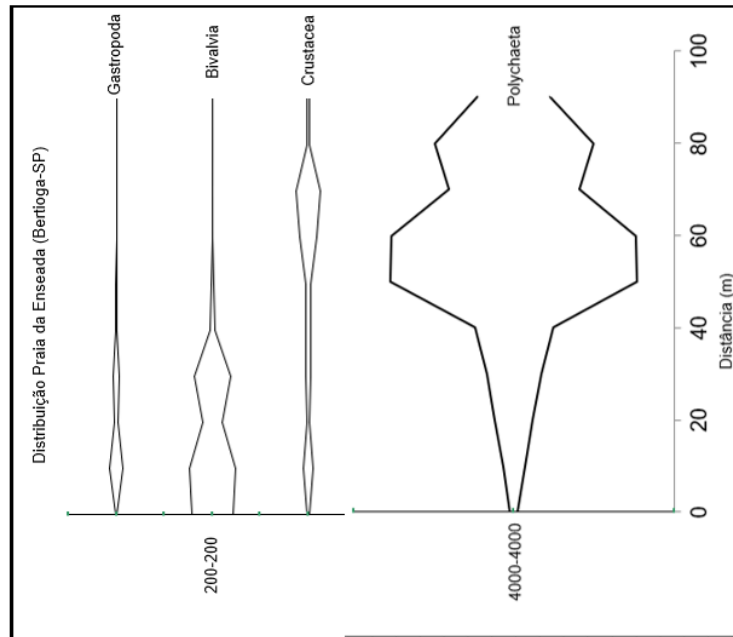
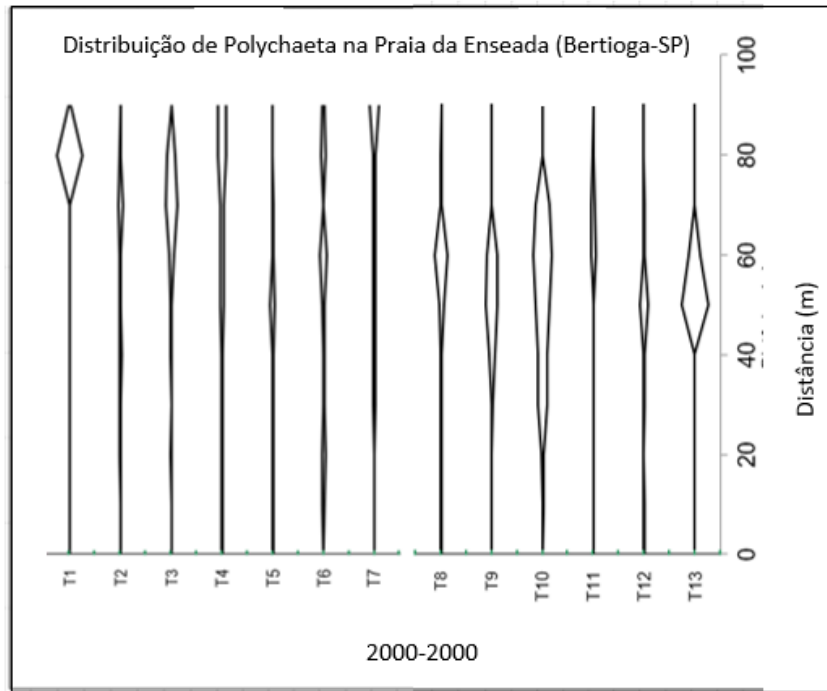


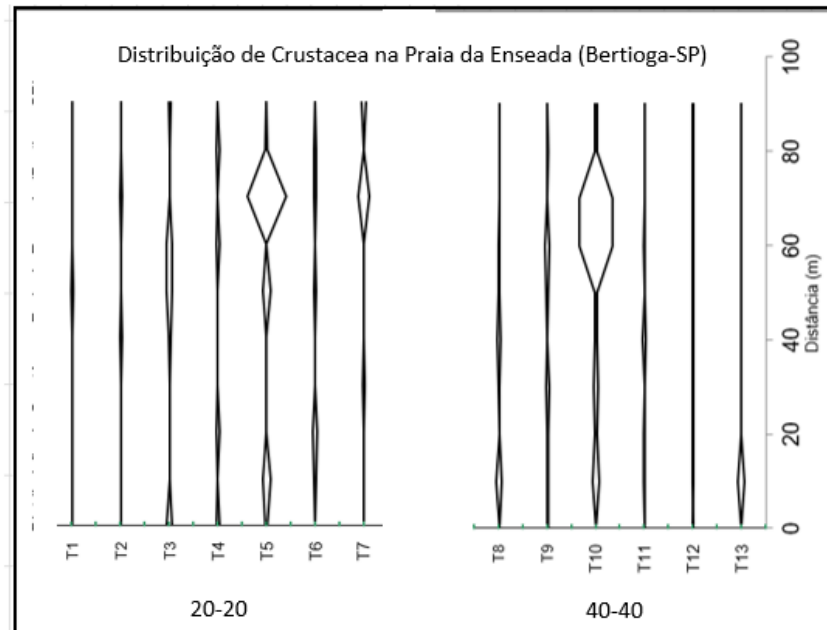
Figura 6 - Variação de abundância dos táxons no entremarés, sendo 0m o ponto mais próximo à linha d'água e 100m o mais distante.

Relacionando as variações *alongshore* e *across-shore*, é possível observar de modo mais claro como ocorre a distribuição dos táxons nessa praia (Fig. 7). Para Poliquetas, observa-se que ao longo do arco praiial, há uma concentração maior no entremarés superior, no trecho mais ao sul. Porém, conforme a distância do rio aumenta, há um deslocamento para o entremarés intermediário. Esse táxon estava presente em quase toda a extensão da praia. Crustáceos, também se concentraram mais na região do entremarés superior, mas essa assembleia localiza-se na região mais central dessa praia. Bivalves e gastrópodes, por outro lado, utilizam mais regiões marginais da praia, e nos dois casos mais próximos do entremarés inferior, ou seja, mais próximo da linha d'água.

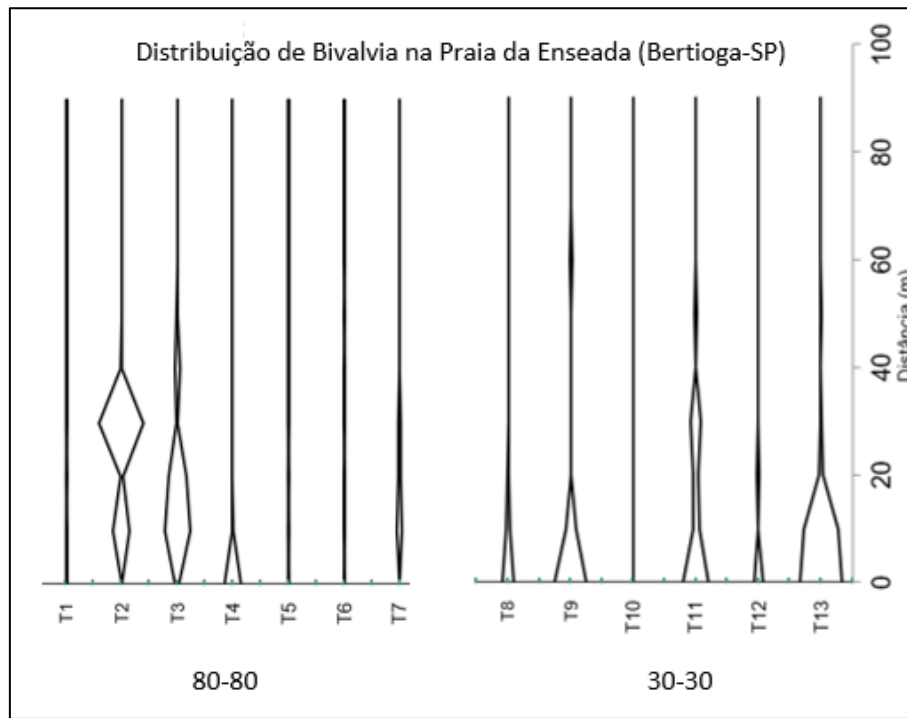
A)



B)



C)



D)

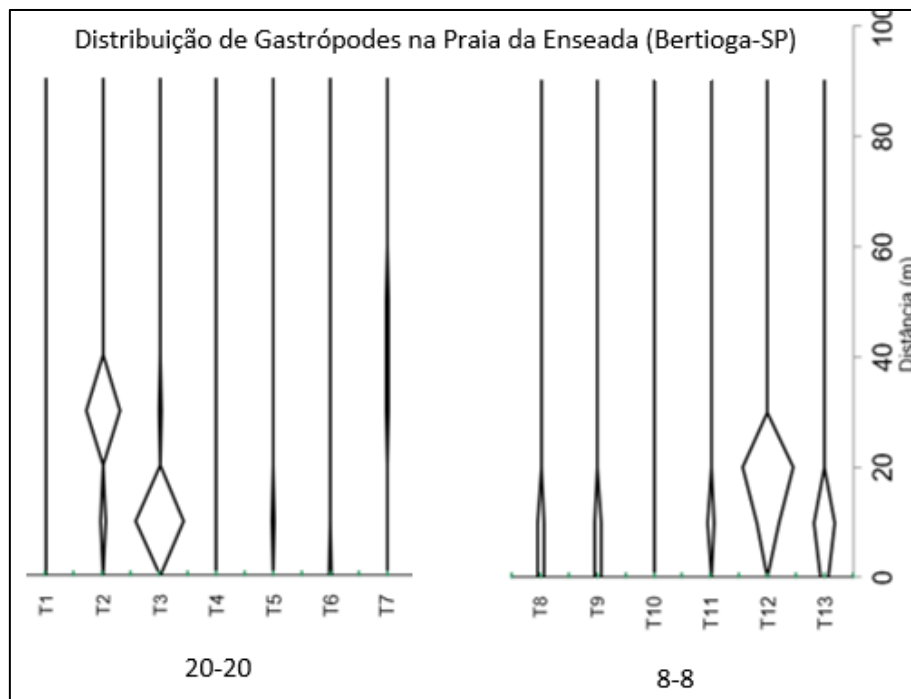


Figura 7 - Distribuição dos indivíduos, por táxons, ao longo do arco praiado e do entremarés. A) Polychaeta, B) Crustacea, C) Bivalvia, D) Gastropoda.

4 Discussão

Com os dados obtidos até o momento, é possível dizer que houve uma variação da comunidade ao longo do arco praial. Essa variação pode estar ligada a presença do rio, direta ou indiretamente, já que são importantes carreadores de sedimento (Suguo 2003). A assembleia de poliquetas estava presente em toda a extensão da praia, com variações na zonação, movendo-se do entremarés superior para o intermediário à medida que se distanciava do rio. Crustáceos se concentraram no entremarés superior e na região central da praia enquanto bivalves e gastrópodes foram mais comuns nas áreas mais próximas do entremarés inferior e nas regiões marginais da praia. Os resultados apresentados neste momento precisam ser avaliados com atenção, já que não foram finalizadas as identificações taxanômicas específicas e também as análises do sedimento. Entretanto, mesmo considerando as divisões em grandes grupos taxonômicos, foi possível a determinação de padrões de distribuição. Neste cenário, vê-se que os grupos possuem restrições diferentes quanto à sua ocupação no arco praial.

Para os crustáceos, a distância do rio pode ter sido decisiva. Essa assembleia se concentrou na e na região central da praia. Estudos sugerem que fatores como a baixa salinidade podem afetar o recrutamento e a mortalidade desses organismos. Por exemplo para a espécie *Emerita brasiliensis*, em que foi demonstrado a diminuição de sua população e fecundidade das fêmeas conforme a proximidade do Canal Andreoni, no Uruguai (Lercari & Defeo 1999). Além disso, essa assembleia se encontrou na parte superior do entremarés. Esse é um padrão comum, geralmente habitados por isópodes cirolanídeos como do gênero *Excirrolana* (McLachlan & Defeo 2018).

Já para bivalves, como por exemplo *Mesodesma mactroides* e *Donax hanleyanus*, estudos sugerem que como efeito de um canal artificial, existem dois principais reguladores dessas populações que é a mortalidade pela salinidade e a baixa presença de fitoplâncton na água, interferindo na alimentação dos organismos (Defeo & Alava 1995). Entretanto, no presente estudo, foi demonstrado que bivalves filtradores, preferiram ocupar locais mais próximos a saídas de água naturais, sugerindo que o fator mais importante foi a disponibilidade de matéria orgânica alóctone, trazida pelo rio (Remeikaitė-Nikienė 2016). Schlacher & Connolly (2009) demonstraram que *Donax deltoides*, podem acessar o Carbono e Nitrogênio terrestre provenientes de plumas de rios, evidenciando uma forte ligação entre sistemas terrestres e marinhos. Assim, com os animais podendo se aproveitar dessa matéria orgânica, isso poderia ser um fator importante na sua distribuição. Desse modo, justificando a distribuição de bivalves na Praia da Enseada, que se localizaram próximos a saída do rio. Esse fator de

interação entre o ambiente do rio e o ambiente marinho, pode estar mais relacionado com os padrões de distribuição encontrados, do que a salinidade propriamente dita.

Para poliquetas, as características do sedimento parecem ter maior influência do que as da água, já que a salinidade em si não demonstrou grandes diferenças para a assembleia. A distribuição espacial da macrofauna da praia do entremarés não pode ser explicada por um único fator principal (Omena 2012). Como por exemplo, em Villora-Moreno (1997), em que foi demonstrado que poliquetas meiofaunais tem forte relação com o sedimento, havendo uma maior diversidade em sedimentos mal distribuídos e com contribuições de fatores biogênicos como pedaços de conchas. Além disso, em Reis *et al.* (2000), foi demonstrado que na Praia de Barra Velha, em São Sebastião (SP – Brasil), houve grande variação de salinidade em um gradiente temporal, por conta de um riacho, o que levou a uma grande abundância de espécies eurialinas como *Laonereis acuta* (Amaral *et al.* 1995). Desse modo, podemos entender que a distribuição encontrada na Praia da Enseada, não parece ter tanta influência na assembleia de poliquetas. Esses organismos foram os mais abundantes em toda a praia. Geralmente os gêneros mais comuns são *Spionidae*, *Ophelidae* e *Nephytidae* (McLachlan & Defeo 2018). Isso ocorre porque poliquetas são organismos extremamente tolerantes para diversas condições ambientais (Amaral 1979). Além disso, poliquetas foram encontradas principalmente na parte superior e intermediária do entremarés. Esse padrão é comum, como por exemplo a espécie *Scolelepis squamata*, uma das espécies mais abundantes (Souza & Borzone 2000).

Para gastrópodes, há a indicação de que fatores biológicos são importantes para sua distribuição. Esse fato pode estar ligado principalmente a espécies como *Hastula cinerea*, que tem como alimentação principal poliquetas (Marcus & Marcus 1960). Com isso, podemos entender que a distribuição dos gastrópodes se concentraram mais nas partes periféricas e do entremarés inferior, mais por questões de predação. Os locais onde se teve a presença de gastrópode, houve uma diminuição da abundância de poliquetas. Isso sugere que relações biológicas possam estar mais envolvidas na distribuição desses organismos. Essa relação também ocorre para espécies como *Olivella minuta*, em que há uma relação negativa entre a presença de gastrópodes e poliquetas, podendo indicar predação (Tardelli 2013)

Com isso, é possível concluir que houve uma variação ao longo do arco praiial, ocasionado por diversos fatores bióticos, como disponibilidade de alimento e predação, e abióticos, como a distância do rio e também da linha do mar. Esperamos que o presente estudo auxilie na gestão da Praia da Enseada em Bertioga, visando proteger o ecossistema e garantir seu uso. Além disso, que o trabalho demonstre que esse ambiente, influenciado pelo Rio Itapanhaú, pode ser impactado de diferentes meios com a transposição desse corpo d'água.

5 Referências

- Amaral, A.C.Z. 1979. Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetos para a biomassa bêntica da zona das marés, no litoral norte do Estado de São Paulo. Boletim Instituto Oceanográfico. São Paulo, v.28, p.1–52.
- Amaral, A.C.Z. 1980. Anelídeos poliquetos do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. I. Características abióticas das enseadas. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, v.29, n.1, p. 19-40.
- Amaral, A.C.Z.; Corte, G.N.; Filho, J.S.R; Denadai, M.R; Colling, L.A; Borzone, C.; Veloso, V.; Omena, E.P.; Zalmon, I.R.; Rocha-Barreira, C.A.; Souza, J.R.B.; Rosa, L.C.; Almeida, T.C.M.2016. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. Brazilian Journal of Oceanography, v. 64, n. spe2, p. 5–16.
- Amaral A. C.Z.; Denadai M.R.; Turra A.; Rizzo, A.E. 2003. Intertidal macrofauna in brazilian subtropical tide-dominated sandy beaches. Journal of Coastal Research (Special Issue No. 35. Proceedings of the Brazilian Symposium on Sandy Beaches: morphodynamics, ecology, uses, hazards and management (Spring, 2003)), p.446-455.
- Amaral, A. C.Z.; Morgado, E.H.; Pardo, E.V. & Reis, M.O. 1995. Estrutura da comunidade de poliquetos da zona entremarés em praias da Ilha de São Sebastião (SP). Publicação esp. Instituto Oceanográfico, São Paulo, v.11, p.229-237.
- Bally R. 1983. Intertidal zonation on sandy beaches of the west coast of South Africa. Deep Sea Research Part B. Oceanographic Literature Review, v. 30, n. 12, p. 930.
- Barboza, CA.M.; Cabrini, T; Mattos, G;Skinner, V.; Cardoso, R. . 2017. Variability of macrofauna distribution along a dissipative log-spiral sandy beach in Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. Scientia Marina, v. 81, n. 1, p. 111.
- 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 v.26, p.1237–48.
- Brazeiro, A & Defeo, O. 1996. Macroinfauna Zonation in Microtidal Sandy Beaches: is it Possible to Identify Patterns in Such Variable Environments?. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 42, n. 4, p. 523–536.

- Brazeiro, A. & Defeo, O. 1999. Effects of harvesting and density dependence on the demography of sandy beach populations: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, v. 182, p. 127–135.
- Celentano, E.; Lercari, D.; Maneyro, P.; Rodríguez, P.; Gianelli, I.; Ortega, L.; Orlando, L.; Defeo, O. 2019. The forgotten dimension in sandy beach ecology: Vertical distribution of the macrofauna and its environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.217, p.165-172.
- Defeo, O. & de Alava, A. 1995. Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* v.123, p.73-82.
- Defeo, O.; Jaramillo, E.; Lyonnet, A. 1992. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* v.8, p.830–839.
- Defeo, O.; Lercari, D.; Gómez, J. 2003. The role of morphodynamics in structuring sandy beach populations and communities: what should be expected?. *Journal of Coastal Research* (Special Issue No. 35. Proceedings of the Brazilian Symposium on Sandy Beaches: morphodynamics, ecology, uses, hazards and management (Spring, 2003)), p.352–362.
- Defeo, O & McLachlan, A. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, v. 295, p. 1–20.
- Gandara-Martins, A.L.; Borzone, C.A.; Guilherme, P.D.B.; Vieira, J.V. 2015. Spatial Effects of a Washout on Sandy Beach Macrofauna Zonation and Abundance. *Journal of Coastal Research*, v. 316, p. 1459-1468.
- Legendre, P. & Gallagher, E.D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, v. 129, n. 2, p. 271–280.
- Lercari, D & Defeo, O. 1999. Effects of Freshwater Discharge in Sandy Beach Populations: The Mole Crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 49, n. 4, p. 457–468.

- Lercari, D & Defeo, O. 2003. Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 58, p. 17–24.
- Lercari, D.; Defeo, O.; Celentano, E. 2002. Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, n. 12, p. 1397–1404.
- Marcus, E. & Marcus, E. 1960. On *Hastula cinerea*. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Zoologia*, v. 23, n. 23, p. 25–65.
- McLachlan A. 1990. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*, v.6, p.57–71
- McLachlan, A. & Defeo, O. 2018. Benthic Macrofauna Communities, in: *The Ecology of Sandy Shores*. Elsevier. p. 139–191.
- McLachlan A. & Dorvlo A. 2005. Global patterns in sandy Microbenthic communities. *Journal of Coastal Research*, v. 21, p.674-87.
- Neves, F.M. & Bemvenuti, C.E. 2009. Variabilidade diária da zonação da macrofauna bentônica em praias arenosas do litoral norte do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 99, n. 1, p. 71–81.
- Omena, E.P.; Lavrado H.P.; Paranhos R.; Silva T.A. 2012. Spatial distribution of intertidal sandy beach polychaeta along an estuarine and morphodynamic gradient in an eutrophic tropical bay. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 9, p. 1861–1873.
- Rosa Filho, J.S.; Corte, G.N.; Maria T.F.; Colling L. A.; Denadai, M.R.; Rosa, L.C; Borzone, C.A.; Almeida, T.C.M., Zalmon, I.R., Omena, E.; Veloso, V.; Amaral, A.C.Z. 2015. Monitoramento de longo prazo da macrofauna bentônica entremarés de praias arenosas. In: Turra, A.; Denadai, M.R. (eds) *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, pp 194–208.
- Reis, M. de O.; Morgado, E.H.; Denadai, M.R.; Amaral, A.C.Z.. 2000. Polychaete zonation on sandy beaches of São Sebastião Island, São Paulo State, Brazil, *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 48, n. 2, p. 107–117.

- Remeikaitė-Nikienė, N.; Lujanienė, G.; Malejevas, V.; Barisevičiūtė, R.; Žilius, M.; Garnaga-Budrė, G.; Stankevičius, A. . 2016. Distribution and sources of organic matter in sediments of the south-eastern Baltic Sea, *Journal of Marine Systems*, v. 157, p. 75–81.
- Salvat, B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, v.259, p.1576–1579
- Schlacher, T.A.; Schoeman, D.S.; Dugan, J.; Lastra, M.; Jones, A.; Scapini, F.; McLachlan, A. 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*, v. 29, n. s1, p. 70–90.
- Schlacher, T. A. & Connolly, R. M. 2009. Land–Ocean Coupling of Carbon and Nitrogen Fluxes on Sandy Beaches. *Ecosystems*, v. 12, n. 2, p. 311–321.
- Shimizu, R. M. 1991. A comunidade de macroinvertebrados da região entremarés da praia de Baraqueçaba, São Sebastião, SP. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- Souza, J. R. B. & Borzone, C.A. 2000. Population dynamics and secondary production of *Scolelepis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an exposed sandy beach of southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, v. 67, n. 1, p. 13.
- Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP.
- Suguio, K. 2003. Geologia Sedimentar. São Paulo Editora Blucher.
- Tardelli, D. T. 2013. Distribuição espaço-temporal de *Olivella minuta* (Link, 1807) (Mollusca, Gastropoda, Olividae) na praia de Baraqueçaba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Mestrado em Oceanografia Biológica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Townsend, C. R.; Begon, M.; Harper J. L. 2008. Fundamentos em Ecologia. 3ªed. Artmed, Porto Alegre.
- Vannote, R.L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J.R.; Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v.37, p. 130-137.
- Villora-Moreno S. 1997. Environmental heterogeneity and the biodiversity of interstitial polychaeta. *Bulletin of Marine Science*, v.60, p.494–501.

6 Considerações Finais

O presente trabalho, ainda que com resultados e conclusões importante, não pode ser finalizado por conta da Pandemia de COVID-19. Em março de 2020 com a paralisação das atividades da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), algumas análises não puderam ser finalizadas. Nesse tópico será explicitado os procedimentos que serão retomados, junto ao início das atividades presenciais da UNIFESP.

6.1 Procedimento de Laboratório

A análise granulométrica seguirá o método proposto por Suguio (1973), onde cada amostras de sedimento será seca em estufa a 60°C por 48h depois amassada em um almofariz. Posteriormente serão pesados 50g do sedimento seco, que será peneirado sob vibração num conjunto de malhas (1mm; 0,5mm; 0,250mm; 0,125mm; 0,063mm) por 15min. Após esse procedimento o que restar em cada peneira será pesado. Os dados obtidos com as frações serão utilizados para determinar, com base no método de Folk e Ward, o tipo de sedimento das praias. Para obtenção da matéria orgânica, a amostra seca será colocada em uma mufla a 600°C por 3h, e será feita a pesagem novamente, a fim de determinar a diferença de massa, ou seja, a quantidade de matéria orgânica no sedimento. Sobre a análise da fauna, os organismos coletados serão identificados ao menor nível taxonômico possível.

6.2 Análise dos dados

As análises de granulometria serão realizadas com auxílio do programa GRADSTAT (Blott & Pye, 2001), utilizando o método de Folk & Ward. O Índice Praial (“Beach Index”- *BI*) será calculado para cada transecto da praia para realizar comparações ao longo do arco praial, sendo dado pela equação $BI = \log(TP * M / IP)$, onde *TP* é o tamanho médio do grão (em $\phi + 1$), *M* é a maior extensão da maré de sizígia (em metros) e *IP* é a inclinação da praia (McLachlan & Dorvlo, 2005). O *IP* será calculado pela fórmula $IP = A / L * 100$ onde *A* é a diferença de altura entre a região mais alta da praia e a mais baixa, normalmente na linha da maré baixa) e *L* é a distância entre os dois pontos (Defeo *et al.*, 1992).

A biodiversidade dos diferentes transectos será descrita em termos de abundância e riqueza. Para facilitar as comparações totais entre os transectos, a abundância das espécies será estimada em metro linear (*AML*; inds/m⁻¹) por transecto, segundo a equação proposta por

Brazeiro & Defeo (1996), dada por: $AMLr = \frac{\sum_{i=1}^m q_i}{m_r} w_r$ onde q é a densidade média em cada nível amostral i de todas as amostras m pertencentes à transversal r , w é a largura correspondente a área amostrada. Este procedimento é aplicado em diversos estudos de biodiversidade de praias arenosas e tem duas funções: (i) reduzir o efeito das agregações por meio da amostragem em níveis e (ii) permitir comparações com a maioria dos estudos na literatura.

Para avaliar as variações na distribuição along-shore inicialmente será montada uma matriz com os dados biológicos. Os transectos serão ordenados nas colunas e as espécies nas linhas, como em Barboza *et al.* (2017). A abundância será calculada pelo número total de indivíduos em cada nível dos transectos (Schlacher *et al.* 2008). Com relação às variáveis abióticas, haverá salinidade da água intersticial e no caso do sedimento, tamanho do grão, *sorting*, curtose, assimetria e a quantidade de matéria orgânica. Estes valores serão calculados pela média de valores dos três níveis do entremarés (superior, intermediário e inferior). Inicialmente, uma análise de componentes principais (PCA) será aplicada para avaliar as variações nos dados abióticos do arco praial, seguida de uma análise de redundância (RDA) para investigar as relações entre os padrões abióticos com os biológicos (Barboza *et al.*, 2017). Previamente ao RDA, os dados abióticos serão padronizados e uma transformação de Hellinger será aplicada aos dados biológicos (Legendre & Gallaher, 2001).