

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS**

LAURA ROBERTA SARMENTO DE BARROS

**AS CONCHAS DA PRAIA DE SANTOS (BRASIL): RIQUEZA,
ABUNDÂNCIA, DIVERSIDADE E OS IMPACTOS DEVIDO ÀS
LIMPEZAS PERIÓDICAS MANUAIS E MECÂNICAS**

SANTOS/SP

2021

LAURA ROBERTA SARMENTO DE BARROS

**AS CONCHAS DA PRAIA DE SANTOS (BRASIL): RIQUEZA,
ABUNDÂNCIA, DIVERSIDADE E OS IMPACTOS DEVIDO ÀS
LIMPEZAS PERIÓDICAS MANUAIS E MECÂNICAS**

Dissertação apresentada à
Universidade Santa Cecília como parte
dos requisitos para obtenção de título
de Mestre em Ecologia, sob a
orientação do Prof. Dr. Davi Butturi-
Gomes e coorientação do Prof. Dr.
Miguel Petrere Jr.

SANTOS/SP

2021

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

594 Barros, Laura Roberta Sarmiento de.
B279c As conchas da Praia de Santos (Brasil): riqueza, abundância, diversidade e os impactos devido às limpezas periódicas manuais e mecânicas / Laura Roberta Sarmiento de Barros.
 2021
 87f.

Orientador: Dr. Davi Butturi-Gomes
Coorientador: Dr. Miguel Petrere Jr.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros, Santos, SP, 2021.

1. Remanescentes biológicos. 2. Limpeza mecânica. 3. Marés. 4. Impacto ambiental. 5. Conservação. I. Butturi-Gomes, Davi. II. Petrere Jr, Miguel. III. As conchas da Praia de Santos (Brasil): riqueza, abundância, diversidade e os impactos devido às limpezas periódicas manuais e mecânicas.

Dedico este trabalho à minha mãe (in memoriam), que sempre desejou me ver cursando e concluindo o stricto sensu.

À minha irmã e cunhado pelo incentivo, companhia nesta luta e jornada e, por acreditarem em mim.

A todos os familiares e amigos com palavras de apoio e carinho.

Ao meu bichinho de estimação pela incansável companhia, permanecendo por horas ao meu lado, o que tornou os meus dias de estudos mais leves.

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO...

À UNISANTA – PPGECOMAR (Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos) que me proporcionou conhecer grandes mestres e reencontrar outros. Ao acesso aos materiais, ao laboratório e infraestrutura para a realização desta pesquisa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que possibilitou os meus estudos, com a concessão da bolsa de “Professor Preceptor” no Programa Residência Pedagógica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Davi Butturi-Gomes que com a sua brilhante trajetória em estatística, me apresentou os gráficos “*violin plot*”, um dos grandes “protagonistas” deste trabalho. Muita gratidão por me auxiliar, para que os dados fossem rigorosamente trabalhados, e esclarecendo todas as dúvidas com paciência e dedicação.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Miguel Petrere Jr., que não há como não se deslumbrar com a sua trajetória de vida e trabalho. Grata pelas melhores aulas de Ecologia Numérica, pelas conversas, conselhos, pelas lindas mensagens de bom dia e de incentivo para continuar. Pela paciência em também ouvir parte da minha história. És um verdadeiro mestre. Minha admiração e eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. Walter Barrella, por me apresentar o “mundo das conchas” e tudo o que eu poderia pesquisar e fazer relacionado ao tema. Foi com os seus conhecimentos e por me permitir fazer parte deste projeto, que tudo começou. Quantas bibliografias enviadas, saídas a campo, esclarecimentos, e sempre com carisma e paciência para acolher os seus alunos.

Aos mestres de todas as excelentes disciplinas que cursei, cito a Profa. Dra. Ursulla Souza, sempre muito dedicada e sensível conosco, Profa. Dra. Milena Ramires, por todo apoio no trabalho de campo, auxílio nos artigos para o ENPG, pela doçura, compreensão, e principalmente por valorizar e acreditar na minha garra e vontade de realizar; Profa. Dra. Helen Sadauskas, que ministrou uma das primeiras disciplinas que cursei, ao Prof. Fábio Giordano, meu professor da graduação, o qual tive o prazer de rever, cursar as disciplinas de projetos ambientais, Filosofia da Ciência

e Ecologia das Comunidades, que são imperdíveis, e de trabalhar no projeto RP/CAPES.

Às queridas Imaculada e Sandra da Secretaria da PPGECOMAR que a cada resultado de nota, da proficiência em língua inglesa, ou solicitação de algum documento e questões burocráticas, são nossos alicerces, atendendo sempre com simpatia, inclusive nos acalmando quando necessário.

Aos companheiros que o mestrado me deu de presente: Em especial à Sueli (minha grande amiga para toda a vida), Juliana, Álison e a todos com quem pude trocar experiências, dificuldades e, até mesmo, breves conversas regadas à café, que tanto me enriqueceram.

Aos demais professores, funcionários, colegas, e todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram da minha vida durante esta construção.

À minha família, pais (*in memoriam*), tias, primos que sempre se orgulham das minhas conquistas e torcem pelo meu sucesso, pois sabem das minhas lutas e de toda a dedicação. Em especial, minha eterna gratidão a minha irmã, que mesmo eu sendo adulta e independente, assumiu o papel de minha grande protetora, desde a partida da nossa mãe. Em vida, alguém que eu mais amo neste mundo.

À minha rede de amigos, que sempre preocupados e na torcida, vibravam por mais esta vitória. Alguns enviando palavras de carinho, outros auxiliando com opiniões sobre “a cartilha”,...outros enviando doces...

Agradeço principalmente a Deus por me guiar para as melhores escolhas e caminhos, na certeza de que embora existam dificuldades e lutas, ao final, todas as coisas cooperam para o bem daqueles que o amam e seguem teus ensinamentos...

Nós temos que ser servos e não senhores da Natureza e buscar uma reconciliação com a Biosfera (Azevedo e Valença, 2008).

RESUMO

As praias são ambientes especialmente vulneráveis à ação humana, cujo impacto é intensificado devido às atividades de lazer e turismo. A Praia de Santos está localizada no litoral de São Paulo, é cortada por sete canais que servem de divisa entre os bairros e, cada trecho de praia, recebe o nome do bairro a que pertence. As técnicas usualmente empregadas para a limpeza em Santos são intensificadas durante o verão, visando mais critérios estéticos do que aspectos ecológicos, o que pode prejudicar a biota de um ambiente já impactado. Assim, avaliações sobre a remoção das conchas são necessárias, pois os materiais esqueléticos deixados para trás têm funções importantes na ciclagem de nutrientes. Portanto, o nosso trabalho teve por objetivo analisar a abundância, riqueza, diversidade de conchas na Praia de Santos e os impactos causados devido às limpezas periódicas manuais e mecânicas. No verão de 2020, realizamos oito eventos de coleta, intercalando duas marés de sizígia e duas de quadratura. Antes de cada evento, sorteamos seis transectos, sendo três para cada zona (deposição e erosão). Utilizamos parcelas de 1m², duas dentro de cada transecto, nos setores de areia úmida e molhada. As conchas inteiras e os fragmentos coletados na superfície em cada parcela, foram lavados e armazenados em sacos plásticos com as devidas identificações. A seguir, pesamos os fragmentos e as conchas, que foram classificadas até o nível de espécie. Para as análises estatísticas, utilizamos modelos mistos, clássicos e generalizados, de um e de dois estágios, considerando como variáveis respostas a abundância, a riqueza e a diversidade de Shannon-Wiener. As conchas se distribuíram em 2 classes, 16 famílias, 23 gêneros e 29 espécies, dentre as quais três foram numericamente dominantes: *Mulinia cleriana*, *Anadara ovalis*, *Anadara brasiliiana*. A abundância em número e em peso de fragmentos apresentou diferença significativa com valores maiores para o setor úmido, de maior impacto, resultado que se deu provavelmente devido ao uso de tratores para a limpeza. Isto é reforçado pelo fato de que observamos exatamente o oposto para as conchas inteiras, que apresentou valor significativo para o setor molhado, bem como para o efeito das marés (sizígia). Quanto à riqueza, encontramos apenas efeitos significativos de setor (menor riqueza no setor úmido), porém nenhum efeito significativo foi detectado para H' , apesar de valores numericamente maiores terem ocorrido no setor molhado. Os impactos aqui estudados, e com o devido rigor metodológico, não são percebidos pela maior parte da população, que geralmente entende que a perda da biodiversidade é uma questão somente para especialistas, mas, na verdade, é uma ameaça à qualidade de vida de todos. Consideramos imprescindível todo o entendimento acerca da biodiversidade para que sejam tomadas medidas mitigatórias. Como proposta complementar, e constando integralmente no Apêndice, é apresentada uma cartilha intitulada: Conchas Marinhas: uma Herança em Nossa Praia. Neste material, estão as fotos de todas as espécies encontradas para a pesquisa, informações sobre praias arenosas e sua composição faunística (destaque para bivalves e gastrópodes), educação ambiental e preservação.

Palavras-chave: Conquiliologia. Gestão de resíduos. Marés. Impacto ambiental. Conservação.

ABSTRACT

THE SHELLS OF PRAIA DE SANTOS (BRAZIL): WEALTH, ABUNDANCE, DIVERSITY AND THE IMPACTS DUE TO MANUAL AND MECHANICAL PERIODIC CLEANING

Beaches are especially vulnerable environments to human impact, further stressed by tourism and leisure activities. Santos Beach is located at the coast of São Paulo State, where seven canals serve as borders between neighborhoods and each stretch of beach receives the name of its corresponding neighborhood. The cleaning techniques commonly applied in Santos are intensified during the summer, more so for esthetical reasons that mostly ignore ecological perspectives, which may compromise the biota of an already impacted environment. Thus, the assessment of shell removal is a necessary, pending study, as skeletal materials play an important role in nutrient cycling. We aimed at analyzing the abundance, richness, and diversity of shells on Santos Beach and the impacts caused by both manual and mechanical cleaning techniques. In the summer of 2020, we performed eight sampling events, two during syzygy tides and two during quadrature tides. Before each event, we randomly selected six transects, three within each zone (deposition or erosion). We used 1 m² plots, two within each transect, in moist and in wet sand sectors. Thus, our fixed factors of interest are sector humidity (moist or wet) and tides (syzygy and quadrature). Within each plot, on the surface, we collected both whole shells and fragments, washed all material in loco and stored it in labeled bags for taxonomic identification. We separately weighed the shells and the fragments and classified all identifiable individuals up to the species level. We used one- and two-stage, classic and generalized, mixed models for the statistical analyses, where abundance, richness, and Shannon-Wiener diversity (H') were the response variables. The shells were distributed in 2 classes, 16 families, 23 genus and 29 different species, among which 3 were numerically dominant, namely, *Mulinia cleriana*, *Anadara ovalis*, *Anadara brasiliiana*. The abundance (in number and in weight) of the fragments were significantly greater in the moist sector, a result likely found due to the use of heavy cleaning vehicles (mechanical cleaning). This is further corroborated since we found the exact opposite when evaluating the whole shells: higher weight and higher counts were associated with the wet sector compared to the moist sector, as well as in syzygies when compared to quadratures. Regarding species richness, we only found significant effects of sector (lower richness in the moist sector), but no significant effects over H' , despite higher numerical diversity in the wet sector. The environmental impacts we approached in this study are hardly perceived by the general population, who find biodiversity loss to be an issue reserved to environmentalists, when this is a global, life-threatening matter. Thus, we understand all knowledge on biodiversity must be made public to allow for mitigatory measures. Finally, we included in the appendix a booklet for environmental education and preservation entitled: "Sea shell: a Heritage in our beach", in which we provided photos of all identified species, information on sandy beaches and their fauna composition (highlighting bivalves and gastropods).

Keywords: Conchology. Waste management. Tides. Environmental impact. Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo, Praia do Município de Santos, SP.....	18
Figura 2 - Delineamento amostral.....	19
Figura 3 - Imagem das pesagens de fragmentos e concha	20
Figura 4 - Gráfico do ranking de abundância das espécies dominantes.....	26
Figura 5 - Violino dos pesos dos fragmentos de acordo com o setor de amostragem e a maré	29
Figura 6 - Violino dos pesos das conchas de acordo com o setor de amostragem e a maré.....	30
Figura 7 - Violino dos pesos totais de acordo com o setor de amostragem e a maré	31
Figura 8 - Violino das contagens dos fragmentos de acordo com o setor de amostragem e maré.....	32
Figura 9 - Violino das contagens das conchas de acordo com o setor de amostragem e maré	33
Figura 10 - Violino das contagens totais de acordo com o setor de amostragem e maré.....	34
Figura 11 - Violino da riqueza de espécies de acordo com o setor e a maré.....	36
Figura 12 - Violino do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') de acordo com o setor e a maré	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Datas das coletas e condições de maré.....	19
Tabela 2 - Composição taxonômica das conchas coletadas na Praia de Santos, SP.....	24
Tabela 3 - Estatísticas resumo dos pesos.....	27
Tabela 4 - Estatísticas resumo dos zeros.....	28
Tabela 5 - Modelo final ajustado aos pesos dos fragmentos.....	28
Tabela 6 - Modelo final ajustado aos pesos das conchas.....	29
Tabela 7 - Modelo final ajustado ao peso total.....	30
Tabela 8 - Estatísticas resumo das contagens.....	31
Tabela 9 - Modelo final ajustado às contagens de fragmentos.....	32
Tabela 10 - Modelo final ajustado às contagens de conchas.....	33
Tabela 11 - Modelo final ajustado às contagens totais.....	34
Tabela 12 - Estatísticas resumo da riqueza e da diversidade de Shannon-Wiener.....	35
Tabela 13 - Modelo final ajustado à riqueza de espécies.....	35
Tabela 14 - Modelo final ajustado à diversidade de Shannon.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR – Brasil

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DPSIR - Driver, Pressure, State, Impact, Response

EP – Erro padrão

H' - Diversidade de Shannon-Wiener

HNP – half normal plots

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMA - Instituto Mar Azul

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

pH – Potencial hidrogeniônico

P – Parcela (m^2)

RP – Residência Pedagógica

Semam - Secretaria de Meio Ambiente

T – Transecto

UNISANTA – Universidade Santa Cecília

Z – Zona

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Hipóteses	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Geral	16
1.2.2 Específicos	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Área de estudo	17
2.2 Coleta e identificação das amostras	18
2.3 Análise estatística dos dados	20
3. RESULTADOS	23
3.1 Composição taxonômica das conchas	23
3.2 Abundância numérica e em peso das conchas e fragmentos, de acordo com o setor e o tipo de maré	26
3.3 Riqueza e diversidade de espécies de acordo com os efeitos do setor e da maré	34
4. DISCUSSÃO	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES	52
A - Gráficos de resíduos dos modelos finais	52
B – Cartilha como proposta complementar	55

1. INTRODUÇÃO

As praias são caracterizadas como regiões de acumulação de sedimentos inconsolidados, transportados e moldados de acordo com os movimentos das ondas, desde os limites da baixa-mar até a maré mais alta. São compostas por areias, pedras, seixos ou conchas (CORREIA e SOVIERZOSKI, 2005; LOPES *et al.*, 2007). As praias arenosas são dinâmicas e têm grande importância ecológica e econômica, representando um atrativo recreacional que sustenta muitas economias costeiras e oferecem habitats para uma diversa biota terrestre e marinha (SCHLACHER *et al.*, 2007; DEFEO e MCLACHLAN, 2013).

Uma das características mais marcantes das praias é a movimentação das marés que têm dinâmica específica. Segundo Pereira e Soares-Gomes (2009, p.12), as marés são “movimentos verticais periódicos ou regulares das massas d’água causados pela força gravitacional dos astros [...] e pela força centrífuga, originária do movimento de rotação da Terra”. Normalmente, as águas sobem e descem duas vezes por dia. Dessa forma existem duas preamares (maré alta) e duas baixa-mares (maré baixa) diárias (SCHMIEGELOW, 2004). Elas podem ser classificadas em marés vivas ou de sizígia, quando a lua está nas fases cheia e nova, período em que a atração lunar se soma à atração solar, gerando grandes oscilações do nível da água, e marés mortas ou de quadratura nas fases quartos crescente e minguante, quando devido ao não alinhamento do Sol, Terra e Lua, os efeitos da atração são atenuados e, portanto, o fluxo e refluxo das águas também diminuem (SCHMIEGELOW, 2004; PEREIRA e SOARES-GOMES, 2009). As marés alteram a distribuição dos organismos na região entremarés (BROWN e MCLACHLAN, 1990).

Alguns estudos têm indicado a relevância da fauna das praias como bioindicadores na avaliação da qualidade ambiental. Assim, ostras, mexilhões e outros bivalves, são utilizados para avaliar as concentrações de metais pesados (CHAGAS-SPINELLI *et al.*, 2006). Esta fauna é composta por animais permanentes e temporários em busca de refúgio e alimento. A macrofauna está representada pela maioria dos grupos taxonômicos como Cnidaria, Turbellaria, Nemertea, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echiura, Sipuncula, Crustacea, Pycnogonida, Brachiopoda, Echinodermata e Hemichordata. Entre estes, os numericamente mais importantes são Polychaeta, Crustacea e Mollusca (BROWN e MCLACHLAN, 1990).

Mollusca constitui um dos maiores filos de invertebrados em número de espécies, dentre os quais as classes Gastropoda e Bivalvia são bem representadas

no bentos marinho (ABSALÃO e PIMENTA, 2005). Tratando-se de diversidade faunística, os moluscos se destacam entre os demais organismos macrobênticos pela sua riqueza e dominância numérica; sua ausência é um indicador de desequilíbrio ecológico (FORCELLI, 2000). Kidwell (2001), comparando assembleias mortas de moluscos, as considera representativas da fauna original e sua acumulação é indicadora das abundâncias populacionais.

Remanescentes biológicos de animais marinhos, como é o caso das conchas, são comuns em praias. Conchas são estruturas de exoesqueleto rígido que abrigam os moluscos de corpo mole e frágil, que necessitam se proteger dos predadores e suportar a pressão da coluna d'água (ABSALÃO e PIMENTA, 2005). Esse exoesqueleto é formado pela deposição contínua do nácar pelo próprio molusco a partir da superfície interna da concha, proporcionando também um mecanismo de defesa contra parasitas e uma forma de manter a área lisa e livre de corpos estranhos, como grãos de areia. O nácar é uma substância dura e brilhante composta de camadas de conchiolina, uma escleroproteína complexa formada por queratina, colágeno e elastina, intercalada por camadas de calcita ou aragonita (cristais de carbonato de cálcio - CaCO_3), que atribui à concha alta dureza. Além do cálcio, vários outros elementos podem ser incorporados, cujas porcentagens variam e podem estar relacionados à espécie, temperatura, pH, salinidade e concentração destes componentes na água (CHATEIGNER *et al.*, 2000).

As linhas costeiras marinhas são habitats particularmente vulneráveis à ação humana, cujo impacto é intensificado devido às atividades de lazer nas praias, incluindo a remoção das conchas (um aspecto pouco estudado e compreendido), o uso de veículos de recreação e de limpeza, acampamentos, intenso pisoteio, deposição de lixo etc. No entanto, estudos de longo prazo relacionados aos impactos humanos nos habitats da costa são escassos e descontínuos (DEFEO *et al.*, 2009).

Uma das questões ainda pendente, é como as técnicas empregadas para a limpeza se relacionam aos impactos ambientais. Enquanto os procedimentos de limpeza empregados, se atentam aos aspectos estéticos e sanitários da praia; os aspectos ecológicos são desconsiderados, gerando impactos que prejudicam sua biota (MICHEL *et al.*, 1992; MILANELLI *et al.*, 2001; CORDEIRO *et al.*, 2018). Para tornar o ambiente mais atraente, o poder público geralmente realiza limpeza nas praias urbanas, manualmente por agentes de limpeza, ou mecanicamente por meio

de tratores e caçambas, causando redução de sua fauna (Davenport e Davenport 2006), afetando também as aves que se alimentam dos invertebrados que as habitam (BROWN e MCLACHLAN, 2002; DUGAN *et al.*, 2003).

Os índices de diversidade e riqueza são utilizados para caracterizar uma comunidade em função da variedade e abundância das espécies em uma área de estudo definida (MAGURRAN, 2004). O reconhecimento da importância de se conhecer a diversidade, tem estimulado nos últimos anos, diversos tipos de inventários ou situações ambientais (MA, 2005).

Vários artigos tentam explicar a importância da biodiversidade para o funcionamento dos ecossistemas de praias (LOREAU *et al.*, 2001; PACHEPSKY *et al.*, 2001; CARDINALE *et al.*, 2002; PFISTERER e SCHMIDT, 2002; GESSNER *et al.*, 2004). Esses autores argumentam que os processos pelos quais ocorre perda de diversidade implicam em consequências negativas sobre o número e a qualidade dos serviços ecossistêmicos (O'CONNOR *et al.*, 2005; BALVANERA *et al.*, 2006; CARDINALE *et al.*, 2006). Entender a variação das comunidades ecológicas, é um dos primeiros passos para se compreender como determinados processos influenciam na estrutura e no funcionamento de um ecossistema (RICKLEFS, 2003). As espécies de moluscos são sedentárias e assim as conchas, podem constituir importante registro semipermanente de sua ocorrência (GONÇALVES e LANA, 1991). Portanto, avaliações sobre a remoção das conchas são necessárias, pois os materiais esqueléticos deixados para trás têm função importante na ciclagem de nutrientes (KOWALEWSKI *et al.*, 2000), além de servirem de abrigo e proteção para animais, como os ermitões (REESE, 1962; BERTNESS, 1982).

Segundo Borges *et al.*, 2008, o projeto *EcoManage* - Sistema Integrado de Gerenciamento Ecológico de Zonas Costeiras, que aplica a metodologia DPSIR (*Drivers, Pressures, State, Impact and Response Model of Intervention*), identificou uma série de atividades antrópicas no Sistema Estuarino de Santos que levam a um alto nível de pressões sobre este ecossistema.

Na praia de Santos, a área de estudo desta dissertação, os tratores de limpeza operam a partir das 4h, para a retirada dos resíduos sólidos depositados pela preamar na faixa de areia úmida, mais distante da linha d'água, enquanto no setor molhado, mais próximo da linha d'água, a limpeza é manual. Segundo Cordeiro (2016), no período de verão ocorre maior contratação de pessoas pela Prefeitura Municipal de

Santos para a limpeza das praias, realizando o processo mais de uma vez por dia. Nesta época a limpeza é mais rigorosa e frequente, inclusive aumentando o risco de acidentes com os tratores. O efetivo de funcionários dobra e um funcionário do rastelo mecânico fica de plantão, para ser deslocado para a limpeza da areia úmida, se necessário (SANTOS, 2019).

Nos processos de limpeza, as conchas e tudo que se encontra no sedimento arenoso, são removidos juntamente com o lixo, como se também fossem detritos indesejáveis. As marcas deixadas pelos tratores evidenciam a retirada ou fragmentação de conchas, que se quebram devido à pressão exercida pelos pneus. Assim, o turismo e a limpeza de praias podem ser responsáveis pela alteração do padrão de abundância das conchas.

1.1 Hipóteses

1. A abundância das conchas inteiras, varia entre setores úmido e molhado, em razão do uso de máquinas pesadas (tratores) para limpeza das praias, sugerindo que estas e outras atividades relacionadas ao turismo, são uma força motriz, por trás da remoção acelerada de conchas das linhas costeiras marinhas.
2. Na maré de sizígia, ou seja, com maior amplitude (em nossa região atinge 1,9 m de altura, avançando mais de 50 m pela linha horizontal da praia), a abundância de conchas é maior quando comparada à maré de quadratura, de menor amplitude (cerca de 0,4m, avançando até cerca de 20 m pela linha horizontal da praia).

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Analisar a riqueza, abundância, diversidade conquiliológica e os impactos devido às limpezas periódicas, na praia de Santos (Brasil).

1.2.2 Específicos

- Quantificar e classificar as conchas nos níveis taxonômicos de família, gênero e espécie;

- Analisar se as medidas ecológicas de riqueza, abundância numérica e em peso, e a diversidade de Shannon-Wiener diferem nos dois setores: úmido, onde passam as máquinas pesadas para limpeza em conjunto com a limpeza manual, e molhado, onde a limpeza é apenas manual;
- Analisar se há diferenças nas medidas ecológicas de riqueza, abundância numérica e em peso, e diversidade de Shannon-Wiener nas marés de sizígia e quadratura;
- Confeccionar uma cartilha educativa como Apêndice, contendo um catálogo de espécies de conchas da praia estudada, noções sobre Educação Ambiental e sustentabilidade, com o intuito de enfatizar a importância da sua preservação e das demais espécies presentes em ambientes costeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Baixada Santista, uma área de 2.422km² de 24°24'20''S 47°00'18''W até 23°45'30''S 45°52'14''W, abrange nove municípios costeiros: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, e apresenta uma população residente de 1,7 milhões de pessoas (que aumenta bastante durante o verão). O clima desta região pode ser classificado como tropical quente e úmido, apresentando temperatura média anual superior a 20°C, com índice pluviométrico elevado, de 2.000 a 4.500mm por ano (MOSER *et al.*, 2005). Todas as praias são dissipativas e apresentam declividade sub-horizontais (inclinação < 10°). (MAGINI *et al.*, 2007).

A população estimada para o município de Santos em 2019 era de 433.311 habitantes, distribuídos em uma área de 28.104 hectares em duas áreas distintas: a insular e a continental (IBGE, 2019). A área insular, correspondente à ilha de São Vicente e dividida com o município vizinho de mesmo nome, é densamente ocupada. Já a porção continental do município, que representa a maior parte do seu território, tem cerca de 82% de sua área inserida em unidades de conservação, sendo efetivamente urbanizada em apenas 12% do total.

A cidade de Santos está situada no litoral do estado de São Paulo, é cortada por sete canais que servem de divisa entre os bairros. Cada trecho de praia entre os canais, recebe o nome do bairro a que pertence (MAGINI *et al.*, 2007). As seis praias

(José Menino, Gonzaga, Boqueirão, Embaré, Aparecida, Ponta da Praia) estão distribuídas em cerca de seis quilômetros de extensão (Figura 1), com monitoramento de balneabilidade e qualidade das águas realizadas em conjunto pela CETESB e a Prefeitura Municipal de Santos (CETESB, 2010). Os canais (C1 a C6) se comportam como estrutura de fundo consolidado e vão até a linha d'água (Figura 1). Através da largura da faixa de sedimento de areia, é possível observar duas zonas: zona de deposição de sedimento (Z1) e zona de erosão de sedimento (Z2), sendo que a Z1 se estende até o canal 4, e a Z2, deste canal até o término da faixa de areia, na Ponta da Praia.



Figura 1 – Praia do município de Santos onde foram realizadas as coletas: José Menino (da divisa entre os municípios de São Vicente e Santos ao canal 2), Gonzaga (canal 2 ao 3), Boqueirão (canal 3 ao 4), Embaré (canal 4 ao 5), Aparecida (canal 5 ao 6), Ponta da Praia (canal 6 ao 7). As siglas C1 a C6 estão demonstrando a localização aproximada dos canais ao chegarem à praia. Fonte: Google Earth, adaptado pela autora.

2.2 Coleta e identificação das amostras

A coleta de conchas ocorreu nas zonas 1 e 2, que foram divididas em transectos contíguos em toda a área de estudo, de aproximadamente 100 m de largura com início na areia úmida, se estendendo até o limite das águas do mar. Foram realizados os sorteios de 6 (seis) transectos, a cada evento de coleta, sendo 3 (três) para cada zona, utilizando a amostragem aleatória simples. Este tipo de amostragem consiste em atribuir números aos transectos de cada uma das zonas de estudo, escrevê-los em pequenos pedaços de papel, colocá-los em dois recipientes (Z1 e Z2), misturando para em seguida realizar o sorteio. Foi utilizado o método da parcela de 1m², com duas para cada transecto, nos setores de areia úmida e molhada (Figura 2).

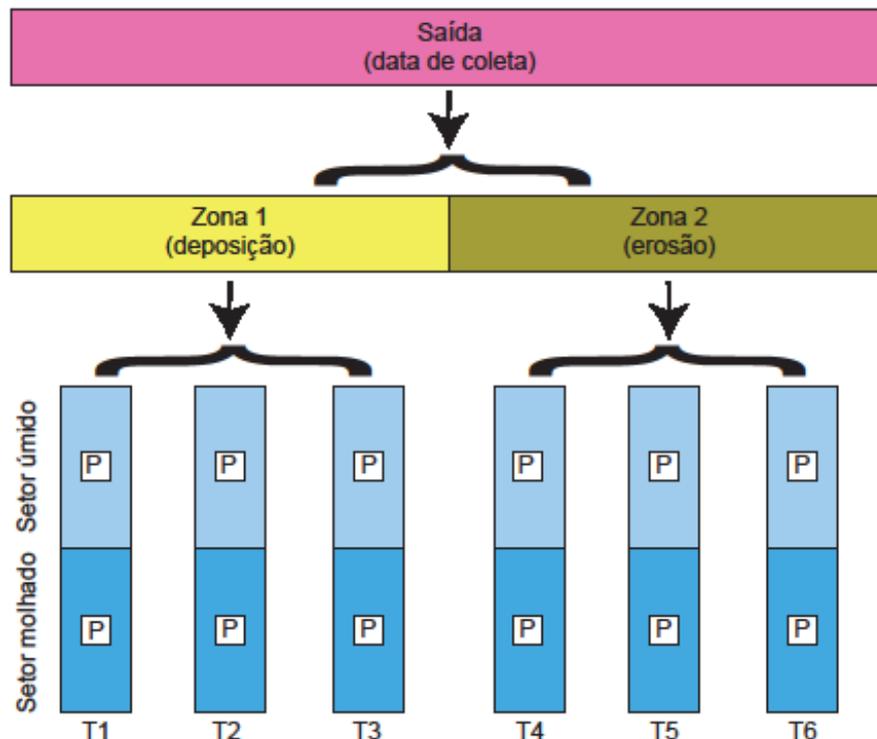


Figura 2 – Delineamento amostral: sorteio de três transectos (T1 a T6) para cada zona (Z1 e Z2); coletas em parcelas de 1m² (P) nos setores de areia molhada e úmida, totalizando 6m² por zona a cada saída.

Fonte: A autora.

No total, foram oito saídas para coleta, intercalando dois dias em maré de sizígia e dois dias em quadratura, para um total de 96 (noventa e seis) elementos amostrais, no período de verão com início em 22 de dezembro de 2019, às 01h19min, e término no dia 20 de março de 2020, às 00h50min, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Datas das coletas e condições de maré.

Data	Maré	Lua
25/02/2020	Sizígia	Nova
29/02/2020	Sizígia	Nova
06/03/2020	Quadratura	Crescente
08/03/2020	Quadratura	Crescente
09/03/2020	Sizígia	Cheia
12/03/2020	Sizígia	Cheia
16/03/2020	Quadratura	Minguante
19/03/2020	Quadratura	Minguante

Fonte: A autora.

As conchas e fragmentos foram coletados somente na superfície do sedimento, lavados no local e armazenadas em sacos plásticos, previamente etiquetados. A

seguir, em laboratório, passaram por um processo manual de lavagem em água corrente e secagem. A identificação das conchas inteiras se deu através dos manuais impressos de Lindner (2000) e de Gil *et al.* (2010), e do site especializado “Conquiliologistas do Brasil”. Todas as amostras foram contadas, e pesadas com mini balança de precisão 0,1g (Figura 3).



Figura 3 – Pesagem de fragmentos e da concha *Divaricella quadrisulcata* (D´Orbigny, 1842); amostras da coleta realizada em 09/03/2020.

Fonte: A autora.

2.3 Análise estatística dos dados

Além das técnicas descritivas usuais (cálculos de estatísticas descritivas como totais, médias, desvios-padrão, medidas separatrizes e gráficos de violino), ajustamos modelos hierárquicos ou mistos, via modelos lineares generalizados (ZUUR *et al.*, 2007). Assim, ajustamos modelos delta-lognormais mistos aos dados dos pesos dos fragmentos e das conchas, e do peso total, sem distinção de espécie e de indivíduo (EGGERS, 2015; LO *et al.*, 1992; MIN; AGRETI, 2002). Esses modelos são casos particulares de modelos de dois estágios para variáveis semicontínuas (aquelas que assumem valores em um espaço contínuo e também apresentam probabilidades maiores do que zero em um ou alguns poucos pontos discretos específicos), em que, no primeiro estágio, assumimos uma distribuição binomial para o vetor de presença-ausência e, no segundo estágio, as observações não-nulas são submetidas a uma transformação logarítmica com suposição de normalidade. É necessário notar que a razão para a escolha de uma distribuição lognormal para o segundo estágio é

meramente empírica: tantas outras distribuições contínuas poderiam ser utilizadas, como gama, Weibull, entre muitas outras.

Assim, os modelos delta-lognormais mistos são uma combinação hierárquica de dois modelos – um modelo linear generalizado misto e um modelo linear misto com transformação logarítmica da variável resposta (PINHEIRO; BATES, 2000). Particularmente, em nosso estudo,

$$\begin{aligned} \Pi_{ijk(def)} | a_{def}, a_{de}, a_d &\sim \text{Binomial}(1, \lambda_{ijk(def)}) \\ \log Y_{ijk(def)} | \Pi_{ijk(def)} = 1, b_{def}, b_{de}, b_d &\sim \text{Normal}(\mu_{ijk(def)}, \sigma^2) \end{aligned}$$

em que $\Pi_{ijk(def)}$ é a variável aleatória na i -ésima réplica do j -ésimo nível de maré do k -ésimo nível de setor, que descreve o processo de produção de zeros no conjunto de dados, com probabilidade $\lambda_{ijk(def)}$, condicionada nos efeitos aleatórios do f -ésimo transecto ($f = \{1, \dots, 6\}$), aninhado na e -ésima zona de amostragem (deposição ou erosão), aninhada na d -ésima saída de campo (data de coleta), denotados pelas variáveis aleatórias latentes (isto é, não diretamente observáveis) a_{def} , a_{de} e a_d , todas supostamente de distribuição normal de média 0 e variâncias τ_s^2 , τ_{sz}^2 e τ_{szt}^2 , respectivamente; Y_{ijk} é a variável resposta (ou o peso dos fragmentos ou o peso das conchas ou o peso total), condicionada tanto em uma realização positiva (isto é, quando $\Pi_{ijk(def)} = 1$ com probabilidade $\lambda_{ijk(def)}$), como nos efeitos aleatórios b_{def} , b_{de} e b_d , mutuamente independentes de a_{def} , a_{de} e a_d , e também supostamente de distribuição normal de média 0 e variâncias σ_s^2 , σ_{sz}^2 e σ_{szt}^2 .

Portanto, os preditores iniciais dos modelos delta-lognormais mistos foram

$$\begin{aligned} \text{logit}(\lambda_{ijk(def)}) &= \alpha_0 + \alpha_{1j} + \alpha_{2k} + \alpha_{3jk} + a_d + a_{de} + a_{def} \\ \mu_{ijk(def)} &= \beta_0 + \beta_{1j} + \beta_{2k} + \beta_{3jk} + b_d + b_{de} + b_{def} \end{aligned}$$

em que α_0 e β_0 são os interceptos dos estágios binomial e lognormal, respectivamente; α_{1j} e β_{1j} são os efeitos fixos do j -ésimo nível de maré ($j = \{1,2\}$); α_{2k} e β_{2k} são os efeitos fixos do k -ésimo nível de setor de amostragem ($k = \{1,2\}$); α_{3jk} e β_{3jk} são os efeitos fixos de interação entre maré e setor de amostragem e a . e b . correspondem aos efeitos aleatórios, descritos anteriormente, utilizados aqui para

contemplar tanto a possível heterogeneidade entre unidades amostrais como a própria estrutura do quase-experimento, similar à de um delineamento em parcelas sub-subdivididas (Pimentel-Gomes, 2009). Para o processo de estimação, realizado por máxima verossimilhança restrita, foi necessário impor que $\alpha_{11} = \beta_{11} = \alpha_{21} = \beta_{21} = \alpha_{311} = \beta_{311} = 0$, de forma que, efetivamente, os efeitos principais α_{12} e β_{12} se referem ao efeito de maré de sizígia, os efeitos principais α_{22} e β_{22} se referem ao efeito de setor úmido e α_{322} e β_{322} são os efeitos da interação entre maré de sizígia e setor úmido. É necessário ressaltar que nos casos em que a variável resposta não apresentou zeros ou apresentou uma frequência de zeros tão baixa que impedisse a convergência do processo de estimação, então o estágio binomial foi descartado, implicando, assim, em um modelo lognormal misto.

Após o ajuste do modelo inicial para cada uma das variáveis respostas, realizamos testes de razão de verossimilhanças para avaliar a inclusão ou não de um dado efeito no modelo final. Primeiro, selecionamos os efeitos aleatórios, o que equivale a avaliar se um (ou mais) componente de variância (τ_s^2 , τ_{sz}^2 e τ_{szt}^2 no estágio binomial, e σ_s^2 , σ_{sz}^2 e σ_{szt}^2 no estágio lognormal) é nulo. Após determinar a estrutura dos efeitos aleatórios, procedemos com a seleção dos efeitos fixos (Pinheiro and Bates, 2000). Todos os modelos finais foram validados por análise de resíduos, utilizando gráficos de quantil-quantil com envelope simulado de 95% (Flack e Flores, 1989) e, para cada modelo final, reportamos as estimativas dos parâmetros, seus respectivos erros-padrão, as estatísticas dos testes de hipótese associados (testes Z de Wald para o estágio binomial e testes t para o estágio lognormal) e seu respectivo valor de p .

Com relação aos dados das contagens de fragmentos, de conchas e do total, utilizamos uma abordagem similar, isto é, ajustamos modelos lineares generalizados mistos com preditores iguais aos utilizados para o segundo estágio do modelo delta-lognormal. Por outro lado, como as variáveis resposta são de natureza discreta, utilizamos as distribuições Poisson e Binomial Negativa para o componente aleatório e, em ambos os casos, utilizamos a ligação logarítmica. A distribuição binomial negativa conta com um parâmetro extra (κ), para acomodar a superdispersão (contagens em que a média é maior que a variância), em contraste com a distribuição Poisson que impõe igualdade entre esses momentos (HINDE; DEMÉTRIO, 1998;

LAWLESS, 1987). Os procedimentos de seleção de efeitos e de validação foram realizados nas mesmas formas descritas para os modelos delta-lognormais.

Os indivíduos presentes em cada réplica que puderam ser identificados até o nível de espécie possibilitaram o cálculo de riqueza e de diversidade de Shannon-Wiener. Assim, também ajustamos modelos para essas variáveis respostas: para a riqueza, consideramos modelos mistos Poisson e Binomial Negativo (ligação logarítmica) e, para a diversidade, utilizamos modelos delta-lognormais. Utilizamos, similarmente, os preditores iniciais dos modelos anteriores e aplicamos os mesmos procedimentos de seleção de efeitos e de validação.

Todas as análises estatísticas foram conduzidas em R versão 3.6.3 (R CORE TEAM, 2019), utilizando os pacotes 'hnp' (MORAL *et al.*, 2017), 'lme4' (BATES *et al.*, 2015) e 'vioplot' (ADLER; THOMAS KELLY, 2019).

3.RESULTADOS

3.1 Composição taxonômica das conchas

As conchas coletadas na praia de Santos (São Paulo, BR) pertencem a duas classes, Bivalvia e Gastropoda. A classe Bivalvia foi representada por 13 famílias: Arcidae, Cardiidae, Corbulidae, Donacidae, Lucinidae, Mactridae, Mytilidae, Noetiidae, Pholadidae, Psammobiidae, Tellinidae, Ungulinidae, Veneridae, e a classe Gastropoda por 3: Calyptraeidae, Olividae e Pleuroceridae; somando 16 famílias, 23 gêneros e 29 espécies no total (Tabela 2).

A classe Bivalvia foi a mais representativa, com a maior riqueza de espécies para a família Veneridae. Foram consideradas espécies dominantes, as mais abundantes, como a *Mulinia cleriana* que pertence à família Mactridae, com 38,40%, seguida da *Anadara ovalis* com 25,46% e da *Anadara brasiliiana* (11,81%), ambas da família Arcidae (Figura 4). A classe Gastropoda somou apenas 1,2% dos exemplares coletados, apresentando três espécies, sendo que a *Melanoides tuberculatus* foi a única de água doce, coletada na zona de erosão, em setor úmido localizado próximo a um canal de drenagem.

Tabela 2 – Composição taxonômica das conchas coletadas na praia de Santos, São Paulo, Brasil (BR).

BIVALVES	Número de esqueletos	Peso (em g)
FAMÍLIA ARCIDAE		
GÊNERO <i>Anadara</i>		
<i>Anadara brasiliiana</i>	83	45,2
<i>Anadara ovalis</i>	179	92,5
FAMÍLIA CARDIIDAE		
GÊNERO <i>Trachycardium</i>		
<i>Trachycardium manoeli</i>	13	10,7
<i>Trachycardium muricatum</i>	2	2,9
FAMÍLIA CORBULIDAE		
GÊNERO <i>Corbula</i>		
<i>Corbula contracta</i>	1	0,2
FAMÍLIA DONACIDAE		
GÊNERO <i>Donax</i>		
<i>Donax hanleyanus</i>	4	1,1
FAMÍLIA LUCINIDAE		
GÊNERO <i>Divaricella</i>		
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	15	6
FAMÍLIA MACTRIDAE		
GÊNERO <i>Mactra</i>		
<i>Mactra janeiroensis</i>	6	2,7
GÊNERO <i>Mulinia</i>		
<i>Mulinia cleriana</i>	270	97
GÊNERO <i>Raeta</i>		
<i>Raeta plicatella</i>	4	1,5
FAMÍLIA MYTILIDAE		
GÊNERO <i>Mytella</i>		
<i>Mytella charruana</i>	1	0,2
<i>Mytella guyanensis</i>	1	0,1
FAMÍLIA NOETIIDAE		
GÊNERO <i>Noetia</i>		
<i>Noetia bisulcata</i>	7	2,3
FAMÍLIA PHOLADIDAE		
GÊNERO <i>Cyrtopleura</i>		
<i>Cyrtopleura costata</i>	2	1,5
<i>Cyrtopleura lanceolata</i>	2	0,8
GÊNERO <i>Pholas</i>		
<i>Pholas campechiensis</i>	1	3,5
FAMÍLIA PSAMMOBIIDAE		
GÊNERO <i>Sanguinolaria</i>		
<i>Sanguinolaria cruenta</i>	1	4,7

Tabela 2 – Composição taxonômica das conchas coletadas na praia de Santos, São Paulo, Brasil (BR).

(continuação)

FAMÍLIA TELLINIDAE		
GÊNERO <i>Tellina</i>		
<i>Tellina sandix</i>	1	0,1
<i>Tellina trinitatis</i>	2	0,2
FAMÍLIA UNGULINIDAE		
GÊNERO <i>Diplodonta</i>		
<i>Diplodonta notata</i>	11	1,2
FAMÍLIA VENERIDAE		
GÊNERO <i>Amiantis</i>		
<i>Amiantis purpurata</i>	10	28,9
GÊNERO <i>Chione</i>		
<i>Chione cancellata</i>	39	29,6
GÊNERO <i>Dosinia</i>		
<i>Dosinia concêntrica</i>	10	8,2
GÊNERO <i>Pitar</i>		
<i>Pitar circinata</i>	2	2,4
<i>Pitar fulminata</i>	4	4,5
GÊNERO <i>Tivela</i>		
<i>Tivela mactroides</i>	23	24,9
GASTRÓPODES		
FAMÍLIA CALYPTRAEIDAE		
GÊNERO <i>Bostrycapulus</i>		
<i>Bostrycapulus aculeatus</i>	5	2,3
FAMÍLIA OLIVIDAE		
GÊNERO <i>Olividae</i>		
<i>Olivancillaria urceus</i>	2	9,6
FAMÍLIA PLEUROCERIDAE		
GÊNERO <i>Melanoides</i>		
<i>Melanoides tuberculatus</i>	2	0,2

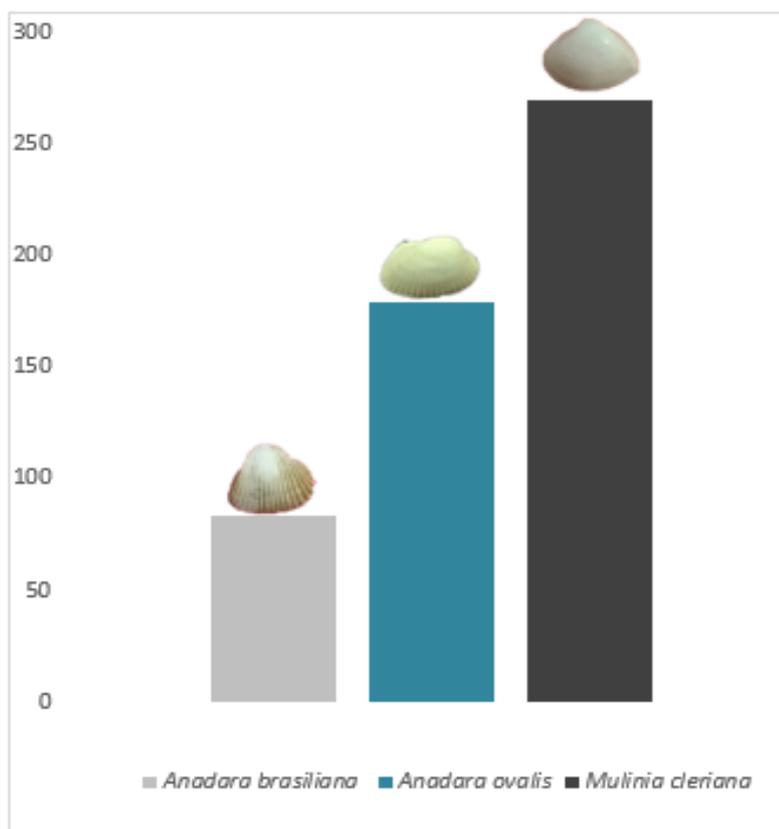


Figura 4 – *Ranking* das três espécies mais abundantes (dominantes).

Todas as espécies já foram anteriormente listadas por outros autores para o Estado de São Paulo (CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL, 2009). A classificação, com fotos de todas as espécies coletadas, consta no catálogo da cartilha “Conchas Marinhas: Uma Herança em Nossa Praia” (Apêndice B).

3.2 Abundância numérica e em peso das conchas e fragmentos, de acordo com o setor (úmido e molhado) e o tipo de maré (sizígia e quadratura).

A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas dos pesos dos fragmentos, das conchas e de sua soma, para cada efeito estudado. Ao comparar os pesos dos fragmentos, podemos observar maior média e desvio-padrão para o setor úmido e para a maré de sizígia. Já no setor molhado, em maré de quadratura, os valores foram numericamente menores. O peso médio das conchas bem como o peso total (fragmentos e conchas), foram numericamente maiores no setor molhado e maré de sizígia, comparando-se aos demais fatores.

Tabela 3 – Média \pm desvio-padrão (e tamanho amostral entre parênteses) dos pesos não-nulos (g) dos fragmentos, das conchas e de sua soma, de acordo com o setor de amostragem (úmido ou molhado) e maré (sizígia ou quadratura).

		Úmido	Molhado
Fragmentos	Quadratura	2,23 \pm 1,753 (23)	0,78 \pm 0,574 (17)
	Sizígia	4,00 \pm 3,847 (24)	1,16 \pm 0,956 (17)
Conchas	Quadratura	1,95 \pm 1,531 (22)	3,80 \pm 1,931 (24)
	Sizígia	2,30 \pm 1,464 (20)	8,51 \pm 6,729 (24)
Fragmentos + Conchas	Quadratura	3,85 \pm 2,675 (24)	4,35 \pm 2,111 (24)
	Sizígia	5,94 \pm 4,225 (24)	9,34 \pm 7,363 (24)

A frequência de observações nulas (ausência de conchas ou fragmentos), constam na Tabela 4, onde é possível notar ausência de fragmentos em 93,33% para o setor molhado e apenas 6,67% de observações nulas para o setor úmido, em ambas as marés, o que indica que a maior parte das ausências ocorreu no setor molhado.

Não houve observações nulas de conchas no setor molhado, já que no setor úmido ocorreram 100% de observações, distribuídos em 33,33% na maré de sizígia e 66,67% na maré de quadratura.

Tabela 4 – Frequência de observações nulas (ausência de conchas ou fragmentos) e suas respectivas porcentagens de acordo com o setor de amostragem (úmido ou molhado) e maré (sizígia ou quadratura).

		Úmido	Molhado	Total
Fragmentos	Sizígia	1 (6,67%)	7 (46,67%)	8 (53,33%)
	Quadratura	0 (0%)	7 (46,67%)	7 (46,67%)
	Total	1 (6,67%)	14 (93,33%)	15 (100%)
		Úmido	Molhado	Total
Conchas	Sizígia	2 (33,33%)	0	2 (33,33%)
	Quadratura	4 (66,67%)	0	4 (66,67%)
	Total	6 (100%)	0	6 (100%)

Na Tabela 5, verificamos diferenças significativas quanto ao peso dos fragmentos, (valor de $p = 0,0067$) com valores maiores na maré de sizígia que na maré de quadratura, de acordo com a estimativa 0,4512 (parâmetro β_{12}). Quanto ao efeito dos setores, a soma dos pesos dos fragmentos foi maior para o setor úmido, constatado através do parâmetro β_{22} com estimativa 1,1133.

Tabela 5 – Estimativa dos parâmetros do modelo final delta-lognormal misto ajustado aos pesos dos fragmentos. α_0 e β_0 são os interceptos de cada estágio; β_{12} se refere ao efeito de maré de sizígia; α_{22} e β_{22} se referem aos efeitos do setor úmido; σ_z e τ_z são os desvios-padrões dos efeitos aleatórios de zona; σ_{zt} e τ_{zt} são os desvios-padrões dos efeitos aleatórios de transecto aninhado em zona; e σ é o desvio-padrão residual.

Estágio binomial					
Parâmetro	Estimativa	EP	GL	Z	Valor de p
α_0	1.0605	0.6933	-	1.530	0.12612
α_{22}	3.1777	1.0763	-	2.953	0.00315
τ_{zt}	0.5356				
τ_z	0.7701				
Estágio lognormal					
Parâmetro	Estimativa	EP	GL	t	Valor de p
β_0	-0.6037	0.3789	1.2629	1.594	0.3171
β_{12}	0.4512	0.1617	74.3716	2.790	0.0067
β_{22}	1.1133	0.1649	75.3027	6.753	< 0.0001
σ_{zt}	0.09998				
σ_z	0.48853				
σ	0.72703				

Nos gráficos do tipo violino (Figura 5), constatamos que no setor molhado e durante a maré de quadratura, os valores dos pesos dos fragmentos têm menor variabilidade que no setor úmido e durante a maré de sizígia. No setor molhado, os

pesos variaram entre 0 e 4 g (mínima e máxima); já no setor úmido, entre a mínima de 0,4g e a máxima de 13,7 g (discrepância referente a uma coleta na zona de erosão, transecto 5, setor úmido, maré de sizígia). Todas as distribuições de frequência apresentaram assimetria, conforme podemos observar no intervalo interquartilico dos quatro gráficos de violinos.

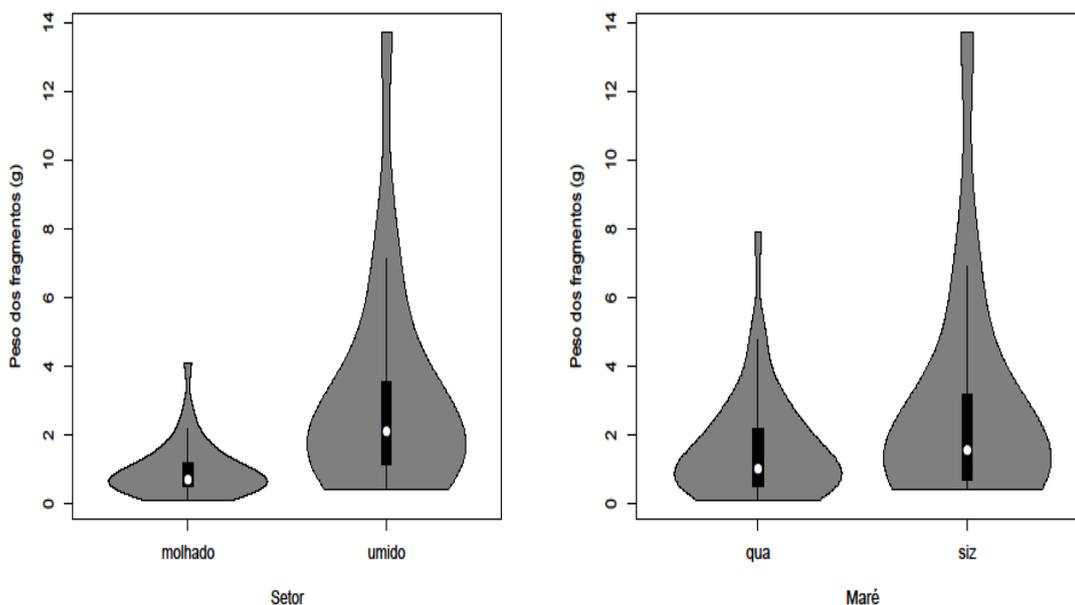


Figura 5 – Distribuição dos pesos não-nulos dos fragmentos de acordo com o setor de amostragem e a maré

Quanto ao peso das conchas (Tabela 6) e o peso total (Tabela 7) houve diferença significativa para a maré de sizígia e para o setor molhado, o que também pode ser constatado através dos gráficos da Figura 6, notando ainda certa discrepância que condiz com uma observação cujo peso é 26,6g, em zona 1 (deposição), transecto 3. Dos quatro modelos dessa figura, o único que não apresentou assimetria foi o do setor molhado.

Tabela 6 – Estimativa dos parâmetros do modelo final lognormal misto ajustado aos pesos das conchas. β_0 é o intercepto do modelo; β_{12} se refere ao efeito de maré de sizígia; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatórios de zona; e σ é o desvio-padrão residual.

Parâmetro	Estimativa	EP	GL	t	Valor de p
β_0	1.3126	0.3315	1.1971	3.960	0.12504
β_{12}	0.4246	0.1422	86.0047	2.987	0.00367
β_{22}	-1.0304	0.1424	86.0051	7.2233	< 0.0001
σ_z	0.4367				
σ	0.6738				

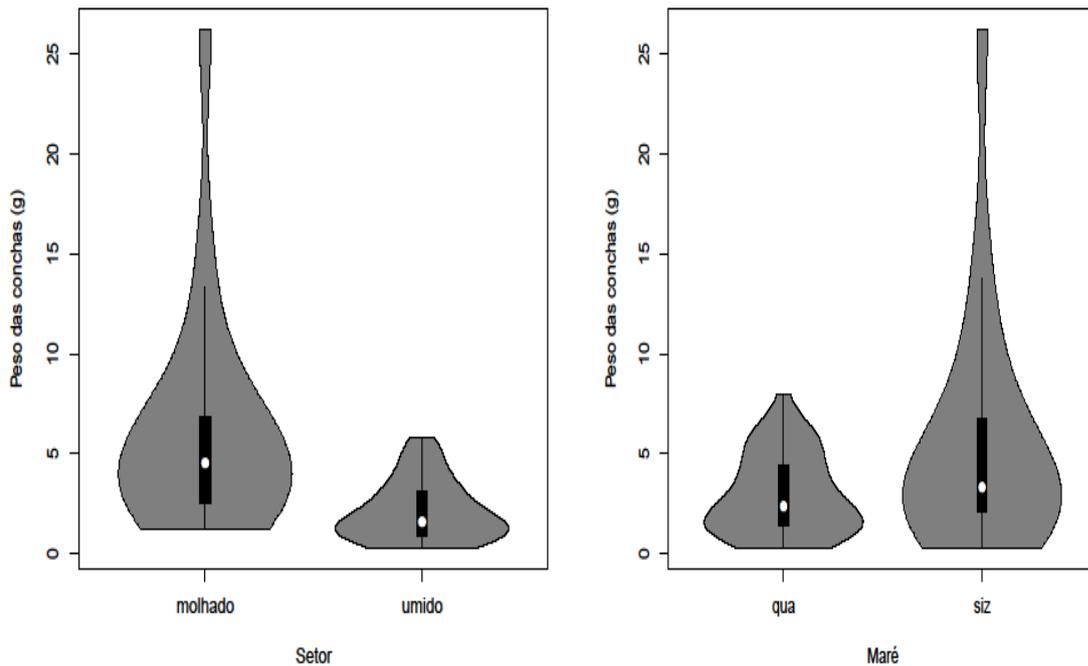


Figura 6 – Distribuição dos pesos não-nulos das conchas de acordo com o setor de amostragem e a maré

Tabela 7 – Estimativa dos parâmetros do modelo final lognormal misto ajustado ao peso total. β_0 é o intercepto do modelo; β_{12} se refere ao efeito de maré de sizígia; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_{zt} é o desvio-padrão do efeito aleatório de transecto aninhado em zona; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatórios de zona; e σ é o desvio-padrão residual.

Parâmetro	Estimativa	EP	GL	t	Valor de p
β_0	1.4082	0.3512	1.1094	4.010	0.13636
β_{12}	0.5021	0.1117	88	4.495	< 0.0001
β_{22}	-0.3058	0.1117	88	-2.738	0.00749
σ_{zt}	0.1103				
σ_z	0.4732				
σ	0.5472				

Observando a Figura 7, sobre a distribuição dos pesos totais, constatamos maior dispersão para a maré de sizígia, mostrando maior variabilidade nos 50% de dados pertencentes ao intervalo interquartil. O ponto discrepante no conjunto de dados se refere a uma observação na maré de sizígia e no setor molhado; trata-se do peso de 30,3 g observado em uma coleta realizada na zona de erosão, transecto 5, em 29 de fevereiro.

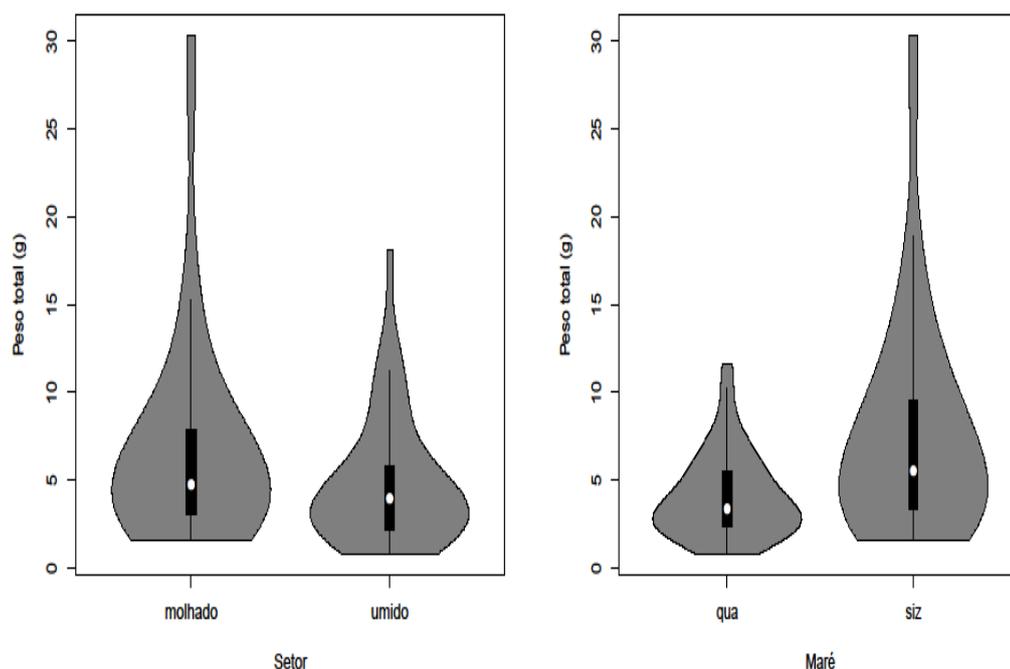


Figura 7 – Distribuição dos pesos totais (soma dos pesos de fragmentos e das conchas) não-núcleos de acordo com o setor de amostragem e a maré

Analisando a Tabela 8, não foram detectadas diferenças estatísticas entre as marés de sizígia e quadratura para a contagem de fragmentos. Em relação aos setores, no úmido, a média foi apenas numericamente maior. Foram contadas mais conchas para o setor molhado na maré de sizígia. Quanto à somatória dos fragmentos e conchas, os efeitos do setor úmido e da maré de quadratura se sobrepuseram aos demais.

Tabela 8 – Média \pm desvio-padrão (e tamanho amostral entre parênteses) das contagens dos fragmentos, das conchas e de sua soma, de acordo com o setor de amostragem (úmido ou molhado) e maré (sizígia ou quadratura).

		Úmido	Molhado
Fragmentos	Quadratura	27,33 \pm 23,076 (24)	5,08 \pm 4,854 (24)
	Sizígia	24,33 \pm 17,812 (24)	5,38 \pm 4,661 (24)
Conchas	Quadratura	3,92 \pm 5,332 (24)	7 \pm 4,764 (24)
	Sizígia	4,88 \pm 4,266 (24)	13,5 \pm 11,022 (24)
Fragmentos + Conchas	Quadratura	31,25 \pm 26,737 (24)	12,08 \pm 8,288 (24)
	Sizígia	29,21 \pm 8,288 (24)	18,88 \pm 13,056 (24)

De acordo com a Tabela 9, houve diferença significativa para a contagem de fragmentos no setor úmido. A Figura 8 mostra que houve mais fragmentos no setor úmido, com uma grande diferença para o setor molhado que apresentou um valor menor para esta variável resposta.

Tabela 9 – Estimativa dos parâmetros do modelo final binomial negativo misto ajustado às contagens de fragmentos. β_0 é o intercepto do modelo; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatórios de zona; e κ é parâmetro de superdispersão.

Parâmetro	Estimativa	EP	Z	Valor de p
β_0	1.6064	0.2520	6.376	< 0.0001
β_{22}	1.5919	0.1779	8.948	< 0.0001
σ_z	0.303			
κ	1.5693			

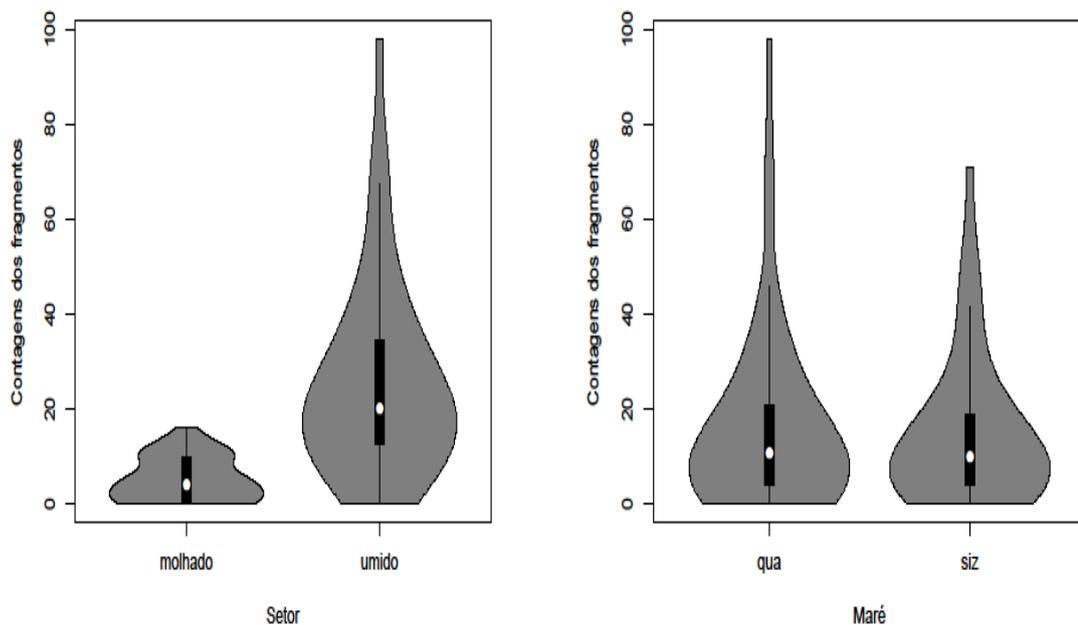


Figura 8 – Distribuição das contagens de fragmentos de acordo com o setor de amostragem e maré

A abundância numérica das conchas foi maior no setor molhado, conforme constatado na Tabela 10 pelo parâmetro β_{22} com estimativa $-0,8671$, e mostrado no gráfico da Figura 9.

Tabela 10 – Estimativa dos parâmetros do modelo final binomial negativo misto ajustado às contagens de conchas. β_0 é o intercepto do modelo; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_s é o desvio-padrão do efeito aleatório de saída (data de coleta); σ_{sz} é o desvio-padrão do efeito aleatório de zona aninhada em saída; σ_{szt} é o desvio-padrão do efeito aleatórios de transecto aninhado em zona aninhada em saída; e κ é parâmetro de superdispersão.

Parâmetro	Estimativa	EP	Z	Valor de p
β_0	2.1055	0.1523	13.822	< 0.0001
β_{22}	-0.8671	0.1221	7.101	< 0.0001
σ_{szt}	0.4620			
σ_{sz}	0.4455			
σ_z	0.0001			
κ	6.3207			

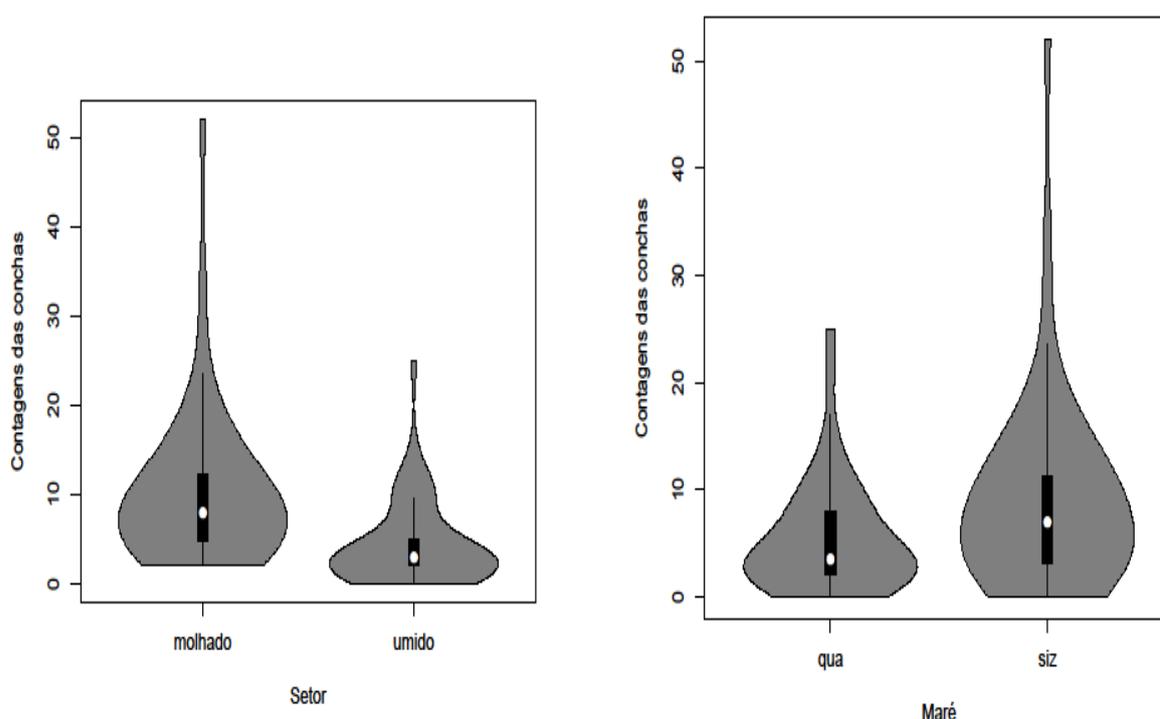


Figura 9 – Distribuição das contagens de conchas de acordo com o setor de amostragem e maré

Quanto às contagens totais (Tabela 11), foram detectadas diferenças estatísticas para os dois efeitos, bem como para as suas interações. Quando há interação da maré de sizígia com o setor úmido, o efeito da maré de sizígia (que é em geral positivo) é menor no setor úmido, quando comparado ao setor molhado, de acordo com o parâmetro β_{322} , cuja estimativa é -0.5022.

De acordo com a Figura 10 somaram-se mais totais para a maré de quadratura e para o setor úmido, que apresentou maior variabilidade dos dados. No setor molhado

teve menor quantidade dos itens, com aproximadamente 60 unidades, em contraposição ao setor úmido, que em algumas amostras somaram o dobro.

Tabela 11 – Estimativa dos parâmetros do modelo final binomial negativo misto ajustado às contagens totais (soma das contagens de fragmentos e conchas). β_0 é o intercepto do modelo; β_{12} se refere ao efeito da maré de sizígia; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; β_{322} se refere ao efeito da interação entre maré de sizígia e setor úmido; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatório de zona; σ_{zt} é o desvio-padrão do efeito aleatório de transecto aninhado; e κ é parâmetro de superdispersão.

Parâmetro	Estimativa	EP	Z	Valor de p
β_0	2.4203	0.2693	8.989	< 0.0001
β_{12}	-0.4396	0.1749	2.514	0.0119
β_{22}	0.9603	0.1724	5.571	< 0.0001
β_{322}	-0.5022	0.2415	2.080	0.0375
σ_{zt}	0.1209			
σ_z	0.3289			
κ	3.4256			

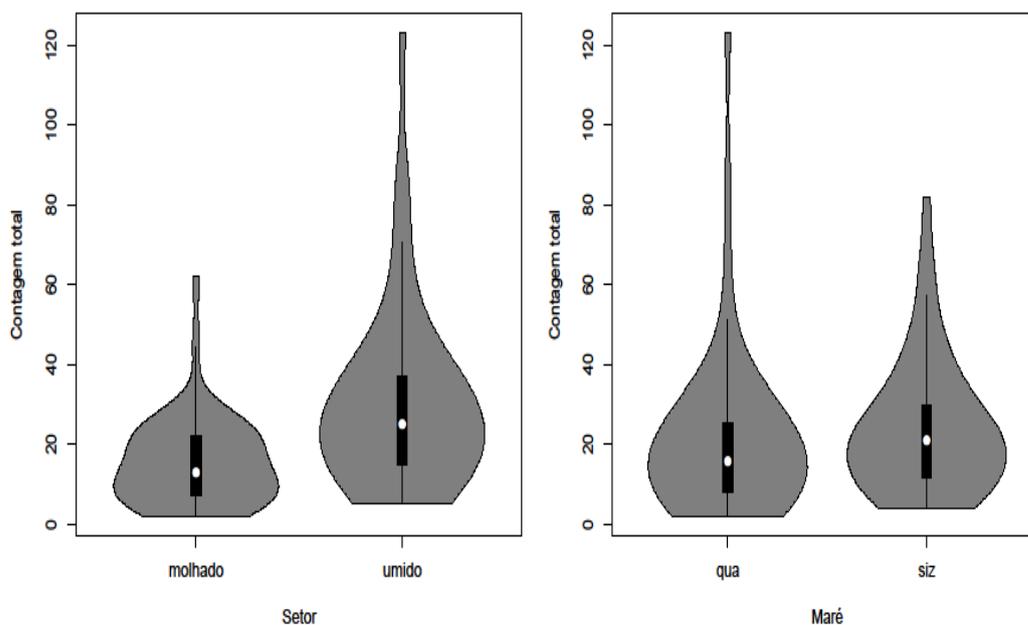


Figura 10 – Distribuição das contagens totais (soma das contagens de fragmentos e de conchas) de acordo com o setor de amostragem e maré

3.3 Riqueza e diversidade de espécies de acordo com os efeitos do setor e da maré

Os dados na Tabela 12 mostram valores de média e desvio padrão de riqueza e diversidade das conchas de acordo com cada efeito, onde é possível visualizar valores mais elevados para o setor molhado. A Tabela 13 apresenta os resultados do modelo final Poisson misto ajustado à riqueza de espécies, que confirma esta observação: o parâmetro β_{22} , que, como em todos os outros casos, denota o efeito de setor úmido, foi altamente significativo (valor de $p < 0,0001$) com estimativa negativa,

igual a -0,4958. De acordo com a Tabela 14, embora o valor do H' seja numericamente maior no setor molhado, estatisticamente não foram detectadas diferenças significativas entre os setores e nem entre as marés.

Tabela 12 – Média \pm desvio-padrão da riqueza de espécies (e tamanho amostral entre parênteses) e do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' em bell/indivíduo) nas unidades amostrais, de acordo com o setor de amostragem (úmido ou molhado) e maré (sizígia ou quadratura).

		Úmido	Molhado	Total
Riqueza	Sizígia	2.12 \pm 1.880 (24)	4.38 \pm 1.929 (24)	3.52 \pm 2.073 (48)
	Quadratura	2.67 \pm 1.597 (24)	3.50 \pm 1.769 (24)	2.81 \pm 1.806 (48)
	Total	2.4 \pm 1.747 (48)	3.94 \pm 1.884 (48)	3.17 \pm 1.966 (96)
		Úmido	Molhado	Total
H'	Sizígia	0.74 \pm 0.627 (24)	1.16 \pm 0.330 (24)	0.95 \pm 0.54 (48)
	Quadratura	0.64 \pm 0.5 (24)	1.05 \pm 0.442 (24)	0.84 \pm 0.511 (48)
	Total	0.69 \pm 0.563 (48)	1.1 \pm 0.39 (48)	0.9 \pm 0.526 (96)

Tabela 13 – Estimativa dos parâmetros do modelo final Poisson misto ajustado à riqueza de espécies. β_0 é o intercepto do modelo; β_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatório de zona; σ_{zt} é o desvio-padrão do efeito aleatório de transecto aninhado.

Parâmetro	Estimativa	EP	Z	Valor de p
β_0	1.3493	0.1480	9.116	< 0.0001
β_{22}	-0.4958	0.1180	4.210	< 0.0001
σ_{zt}	0.1195			
σ_z	0.1679			

Tabela 14 – Estimativa dos parâmetros do modelo final delta-lognormal misto ajustado à diversidade Shannon-Wiener (H'). α_0 e β_0 são os interceptos de cada estágio; α_{22} se refere ao efeito do setor úmido; σ_z é o desvio-padrão do efeito aleatório de zona; σ_{zt} é o desvio-padrão do efeito aleatório de transecto aninhado em zona; e σ é o desvio-padrão residual.

Estágio binomial					
Parâmetro	Estimativa	EP	GL	Z	Valor de p
α_0	19.57	1552.21	-	0.013	0.99
α_{22}	-18.78	1552.21	-	0.012	0.99
Estágio lognormal					
Parâmetro	Estimativa	EP	GL	t	Valor de p
β_0	-0.01404	0.14235	0.99959	0.099	0.937
σ_{zt}	0.00926				
σ_z	0.19353				
σ	0.35099				

Na Figura 11, notamos que 50% dos dados de riqueza de espécies foram assimétricos e mais variáveis no setor molhado. No setor úmido houve simetria.

Ocorreu assimetria negativa para os efeitos das duas marés. Na maré de sizígia houve maior dispersão de dados, com elevada densidade entre os índices 2 e 6.

O índice de diversidade (Figura 12) teve maior variabilidade para o setor úmido e para a maré de sizígia. No setor molhado, o gráfico bimodal mostra dois valores de diversidade. No setor úmido, o intervalo entre os quartis é maior que para os demais fatores. Observando as hastes inferior e superior da maré de quadratura, constatamos que houve maior intervalo entre as mínimas e máximas, em comparação à maré de sizígia.

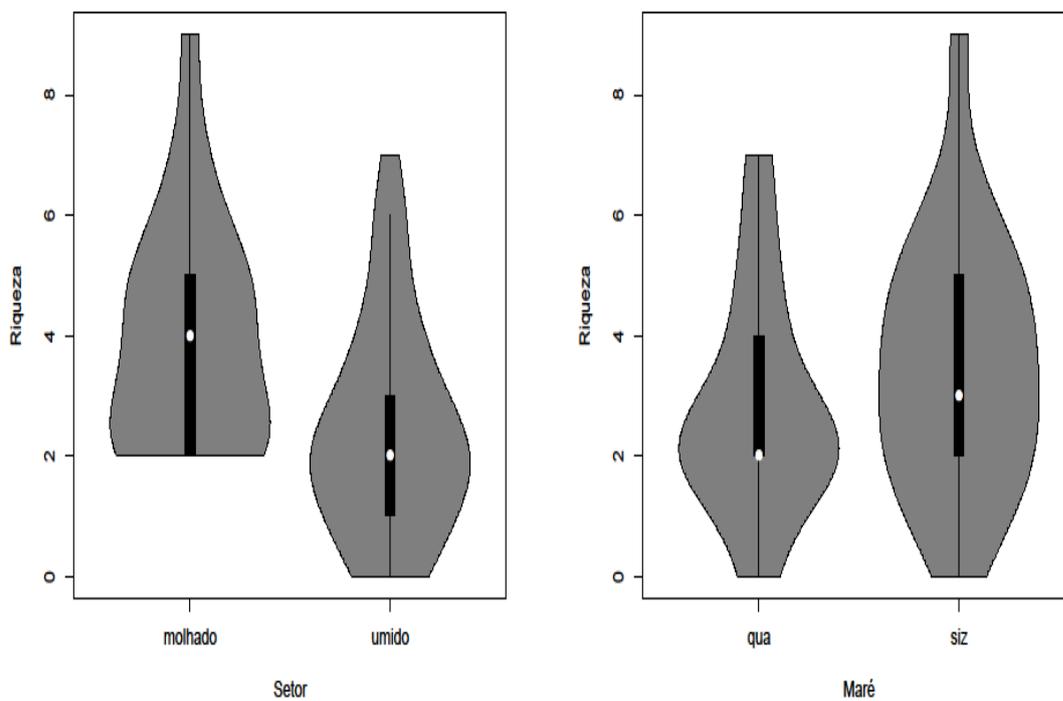


Figura 11 – Distribuição da riqueza de espécies de acordo com o setor e a maré

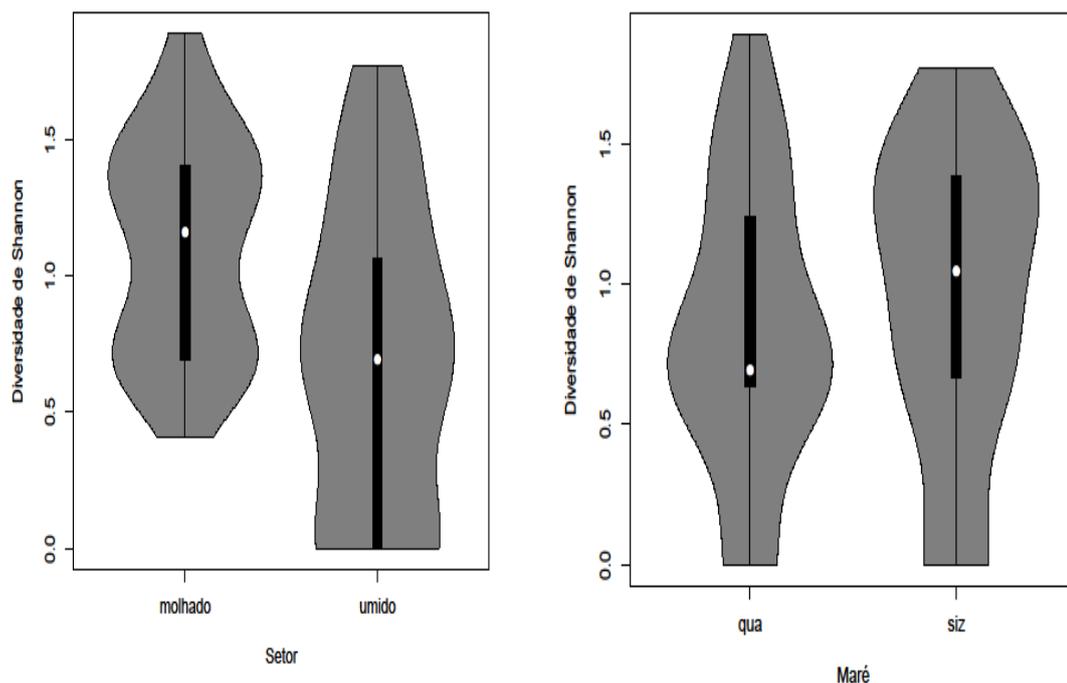


Figura 12 – Distribuição do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') de acordo com o setor e a maré.

4. DISCUSSÃO

Neste estudo, apresentamos dados atualizados sobre a classificação (Tabela 2), e os índices de riqueza, abundância e diversidade das conchas da Praia de Santos, levando-se em consideração os efeitos dos setores úmido e molhado do sedimento arenoso, e as marés de sizígia e quadratura. Encontramos duas classes: Bivalve que foi dominante, com 26 espécies, e Gastropoda, pouco representada, com apenas 3 espécies. O canal de drenagem teve influência na biodiversidade, devido à ocorrência ocasional da espécie dulcícola *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda). Nas paredes destes canais, moluscos aderentes a substratos rígidos crescem, e ao serem arrancados pelas ondas, contribuem para ampliar a biodiversidade e abundância de conchas encontradas na areia. A família com o maior número de táxons foi a Veneridae (Bivalvia). Segundo Canapa *et al.* (2003), esta família se destaca entre os bivalves por apresentar uma diversidade com mais de 500 espécies encontradas em todos os mares do mundo.

Seguindo o padrão esperado em ecologia de comunidades, foram encontradas poucas espécies dominantes e muitas espécies raras (RICKLEFS, 2003; FERNANDES, 2014). *Mulinia Cleriana* (270), *Anadara ovalis* (179) e *Anadara brasiliiana* (83), foram dominantes, representando 75,67% da abundância numérica. Entre as espécies raras destacam-se: *Corbula contracta* (1), *Cyrtopleura costata* (2)

Cyrtopleura lanceolata (2), *Mytella charruana* (1), *Mytella guyanensis* (1), *Olivancillaria urceus* (2), *Pholas campechiensis* (1), *Pitar circinata* (2), *Sanguinolaria cruenta* (1), *Tellina sandix* (1), *Tellina trinitatis* (2) e *Trachycardium muricatum* (2).

Em consonância com o método utilizado nesta dissertação, um estudo realizado na Austrália (MORTON, WARD, BERG, 2011) destacou a importância da comparação dos impactos no mesmo local, para investigar os efeitos potenciais da limpeza mecânica da praia, ao invés de comparar diferentes praias muitas vezes localizadas a longas distâncias e com efeitos que podem ser incorretamente atribuídos a sua limpeza, e não em relação às suas características físicas. De acordo com Zielinski, Botero e Yanes (2019), existem poucos estudos que fornecem uma visão abrangente sobre a pesquisa de limpeza de praias, incluindo os pontos fortes e fracos ecológicos, gerenciais e outros aspectos frequentemente negligenciados, na discussão sobre gestão de limpeza destes ecossistemas. Atualmente, não existe uma solução eficaz para esta questão e mais pesquisas são urgentemente necessárias. Gilburn (2012), ao realizar pesquisas em praias da Escócia, e Noriega (2012); Stelling-Wood (2016), em praias da Austrália, constataram que por serem ambientes turísticos, experimentam frequentes operações de limpeza que causam grande impacto ecológico, e recomendam, inclusive, a redução da frequência da limpeza mecânica, fornecendo métodos manuais.

Ao analisarmos a abundância numérica (Tabelas 8 e 9) e em peso dos fragmentos (Tabelas 3 e 5), observamos diferença significativa para o setor úmido, o qual é impactado pelas limpezas mecânicas periódicas. Já a frequência de observações nulas para o mesmo setor foi menor que 7% (Tabela 4). Sabemos da possibilidade de outros impactos, como o pisoteio que ocorre nos dois setores, mas esta grande diferença na porcentagem de observações nulas, pode ser atribuída às máquinas pesadas que fragmentam os esqueletos depositados na areia, pois nos rastros dos tratores se observou grande quantidade de conchas quebradas e poucas inteiras.

Gheskiere (2005) em um estudo comparativo sobre praias turísticas e não turísticas, localizadas na Itália e na Polônia, verificou que a prática de limpeza mecânica que ocorre regularmente em algumas praias não remove apenas resíduos antropogênicos, mas perturba fisicamente o sedimento e conseqüentemente as comunidades que habitam este ambiente. Em uma pesquisa feita por Kindermann e

Gormally (2020), na costa oeste da Irlanda, sobre os impactos causados por veículos (neste caso, de recreação), constataram que dependendo do peso e do movimento realizado, os danos podem ser mais evidentes do que os causados por pisoteio ou mesmo do que por limpeza manual. Após uma extensa pesquisa feita nas linhas costeiras da Califórnia, Dugan *et al.* (2003) concluíram que diferenças na estrutura da comunidade, incluindo riqueza, abundância e biodiversidade de espécies de macrofauna, foi associada ao processo de limpeza da praia.

Corroborando uma das hipóteses deste trabalho, no setor molhado, a abundância numérica e em peso de conchas inteiras foram significativamente maiores (Tabelas 6 e 10), lembrando que não há limpeza mecânica neste setor. Com a limpeza manual, há a possibilidade de seleção, e por consequência, os organismos nem sempre são danificados ou removidos junto com o lixo. O grande desenvolvimento industrial, econômico (devido ao porto de Santos) e turístico da Baixada Santista e sua grande densidade populacional, provoca alterações nas praias, assim como efeitos na composição, abundância e distribuição de espécies bentônicas e toda a biodiversidade desses ecossistemas (GASPARRO, SOUZA e GIORDANO *et al.*, 2008; LUCREZI *et al.*, 2009; CALVÃO *et al.*, 2013; MCLACHLAN e BROWN, 2006).

Embora o turismo e as ações a ele ligadas tenham benefícios econômicos, os estressores sobre esses ecossistemas são cada vez mais intensos, o que acaba por gerar custos ambientais (DAVENPORT e DAVENPORT, 2006). Olabarria *et al.* (2007) e Defeo *et al.* (2009), mencionam que a limpeza das praias causa um impacto ecológico e que quaisquer efeitos negativos dela decorrentes seriam mais frequentes no verão, ficando claro que, locais não limpos ou áreas parcialmente limpas, apresentam maior abundância de macrofauna. Ainda faltam avaliações sobre o impacto que as ações do turismo causam sobre a comunidade de conchas em escalas de tempo (Defeo *et al.*, 2009), em grande parte devido à ausência de amostras metodologicamente comparativas das últimas décadas (VAN DER SANCIA, MOOLENBEEK, HOEKSEMA, 2009).

Neste estudo, ao compararmos as marés de quadratura e sizígia, a segunda apresentou abundância em peso das conchas significativamente maior (Tabela 6), e maior média e desvio-padrão para as contagens das conchas (Tabela 8), o que corrobora a segunda hipótese do trabalho. Destacamos ainda, um valor extremo (ponto discrepante) de 26,6 g de conchas encontradas na maré de sizígia e no setor

molhado, sendo que o segundo fator também favorece a presença de conchas inteiras (Figura 6).

O valor de 30,3g (sizígia/molhado) para os pesos totais, foi um dado extremo ocorrido em um transecto próximo ao canal 5 (Figura 7). Neste dia, devido à forte ação das ondas em contato com o canal e com vestígios de um navio naufragado em 1895, provavelmente houve maior acúmulo de conchas inteiras e fragmentadas. Segundo a notícia disponível no site da Prefeitura Municipal de Santos no dia 23 de agosto de 2017, o canal 5 foi construído em 1927, provavelmente sobre os destroços de um navio encalhado. Sua primeira aparição ocorreu em agosto de 2017 e o episódio se repetiu em julho do mês seguinte devido à maré baixa e à erosão da praia do Embaré. A solução para o isolamento foi feita com escoras de dois metros de altura de eucalipto, e arames envoltos em conduítes amarelos, para chamar a atenção. O trecho delimitado tem cerca de 60 metros de comprimento por 15 de largura. Pela mureta do canal, por onde passa parte da estrutura do barco, dá para ver que mais de 1,5 metro de areia foi rebaixada. Em razão desta barreira, muitos materiais biológicos e até mesmo resíduos ficam retidos no local.

Verificamos que a média e o desvio padrão da riqueza e diversidade de Shannon-Wiener foram maiores para o setor molhado (Tabelas 12 e 13), onde também há maior abundância de conchas inteiras. Sendo assim, podemos dizer que o aumento significativo em riqueza e em abundância, foram relacionados positivamente com o setor de menor impacto. Por outro lado, a ausência de significância para a diversidade de Shannon-Wiener (Tabela 14) na comparação entre os setores pode estar relacionada ao ajuste insuficiente do modelo adotado (Figura A8, Apêndice A). Sobre o efeito das marés, embora tenhamos observado valores de média e desvio-padrão numericamente maiores para a maré de sizígia (Tabela 12), não encontramos diferença estatisticamente significativa quando consideramos riqueza e diversidade como variáveis respostas. Esta situação indica a necessidade de estudos complementares, possivelmente com maior extensão espaço-temporal, ou, simplesmente, pode ter ocorrido uma limitação das técnicas estatísticas adotadas.

Baccus (1977) relatou uma fauna mais diversificada em áreas da praia, no Texas, onde não havia tráfego de veículos. Em um estudo realizado em praias e dunas da Nova Zelândia por Stephenson (1999), confirma-se a diminuição de espécies faunísticas como consequência dos impactos de veículos de recreação. Segundo ao

autor, espécies que são menos tolerantes, tendem a ser mais vulneráveis a qualquer distúrbio. Com base nestas informações, podemos sugerir ainda, que esta diminuição dos índices no setor úmido, também pode estar relacionada à fragilidade de determinadas espécies de conchas em relação à outras; algumas espécies são mais finas e, portanto, mais frágeis e outras mais espessas e resistentes. Outra questão é que certas espécies foram encontradas em maior quantidade no setor molhado, e outras nos dois setores, ou somente em um deles, o que pode estar relacionado à leveza e facilidade de dispersão de algumas delas no ambiente praiado, mas isto precisa ser verificado experimentalmente.

Quanto à proposta complementar deste trabalho, a cartilha “Conchas Marinhas: Uma herança em Nossa Praia”, foi escrita de modo a servir como um recurso para o conhecimento e reconhecimento das espécies de conchas da nossa região. Como fruto deste estudo, ela pode ser considerada um instrumento de ensino-aprendizagem com a possibilidade de chamar a atenção sobre a responsabilidade de cada indivíduo como pessoa única e, ao mesmo tempo, como cidadão global. Baseando-se no princípio que conhecendo há maior interesse em preservar, ela poderá servir como um material didático no âmbito da educação ambiental formal e não-formal. O intuito é que seja impressa e/ou disponibilizada *on line* para ser amplamente divulgada.

Conhecer a biodiversidade local, contribui para desconstruir um conceito distorcido de meio ambiente e das relações ecológicas, que ocorrem onde a população está inserida. O grau de conhecimento sobre a biodiversidade brasileira é baixo, sendo ainda influenciado por aspectos subjetivos e errôneos (BIZERRIL *et al.*, 2007). É fato que tantas pessoas convivem com os ecossistemas da região onde moram, mas não o conhecem na íntegra, e isto é um fator fundamental para que estes possam ser adequadamente conservados (RUIZ e BARRELLA, 2014).

A verdadeira relação ecológica ainda é utópica e baseia-se simplesmente no fato de que a Natureza nos fornecerá recursos ilimitados, sem a necessidade de princípios de sustentabilidade para não faltar às próximas gerações. Biomas são desequilibrados com ações cotidianas, que podem ser evitadas se existir sensação de pertencimento com o meio em que vivemos, pautado na ética e no cuidado com todas as espécies viventes.

Naess (1973), adotou uma ética baseada em princípios preconizadores de que: a valorização ética da Natureza independe da sua utilidade quanto às demandas

práticas da sociedade; os limites objetivos de qualquer ser vivo devem ser respeitados; os valores humanos devem ser equivalentes aos dos demais seres da natureza; os homens não têm nenhum direito que lhes assegure dominação sobre as outras espécies (a relação deve ser baseada no respeito e solidariedade com os demais); a riqueza e a diversidade da vida devem ser garantidas às gerações futuras.

Segundo Petreire (2012), devemos evitar cair na armadilha da conservação: conservar para quê? Para manter o ecossistema de modo que ele continue a ser por nós explorado (como uma reserva particular), ou encarar a conservação apenas pela conservação? O direito de todas as formas de vida de viverem não pode ser quantificado, no sentido de que o ser humano, dotado da razão consciência e alma teria mais direito à vida do que uma formiga, uma bactéria ou um sapo. Se não adotarmos essa postura seremos levados à autodestruição.

A identificação de fatores que causam perturbações é, portanto, uma tarefa crucial para manter a continuidade dos ecossistemas de praias arenosas, se considerarmos principalmente as espécies supralitorais que têm sido tradicionalmente vistas como altamente vulneráveis (MCLACHLAN e BROWN, 2006). Embora ocorram ações voluntárias de mutirão de limpeza na Praia de Santos como o *Clean Up Day*, que ocorre anualmente em 150 países e, também faz parte dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); e como o Instituto Mar Azul (IMA), que realiza ações em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente (Semam), estas não são desenvolvidas com a permanência necessária para mitigar o problema.

Para tanto, consideramos importante a elaboração de estratégias de conservação, com a implementação de programas de educação ambiental nas praias. O descarte incorreto de resíduos e poluentes que geram alterações ambientais severas, e conseqüentemente, a necessidade de ações periódicas de limpeza, são dois fatores que interferem negativamente na composição da fauna das praias e seus remanescentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento conduzido neste trabalho se mostrou uma ferramenta útil na análise dos efeitos negativos das limpezas periódicas, com o uso de máquinas pesadas. É necessário que mais pesquisas ao longo do tempo e nos mesmos locais nessa linha sejam desenvolvidas, não só para reforçar os estudos sobre os efeitos

dos tratores, mas também para avaliar outras atividades como o pisoteio e a coleta por colecionadores, as quais podem, respectivamente, causar fragmentação e acelerar a remoção das conchas. Assim, esta pesquisa tem importância não só acadêmica, mas para toda a sociedade com o dever de defender e preservar os ambientes naturais, já que se trata de conhecer e entender a gravidade dos efeitos das atividades antropogênicas.

Não haveria a necessidade de um impacto tão profundo e negativo para a manutenção da limpeza das praias, principalmente para uma população que tivesse consciência ambiental e tomasse as medidas necessárias para o descarte correto de resíduos. Logo, o entendimento sobre esses efeitos pode contribuir positivamente em assuntos relacionados ao desenvolvimento de políticas públicas sobre o uso sustentável das praias, de forma a reduzir os detritos, sem prejudicar a economia gerada nesses locais. Uma sugestão é a possibilidade de se discutir e adotar um novo plano de gestão das Prefeituras da Baixada Santista, e de Santos em particular, para a limpeza dos resíduos nas praias, com um olhar mais sustentável e não unicamente estético.

Os impactos aqui mencionados e estudados com rigor metodológico, não são devidamente percebidos pela maior parte da população, que geralmente entende que a perda da biodiversidade é uma questão somente para ecólogos e ambientalistas, o que, na verdade, se constitui em uma ameaça à qualidade de vida de todas as pessoas.

O catálogo de espécies, que consta na proposta complementar, oferecerá a oportunidade para o conhecimento de espécies que são encontradas em nossas praias. Consideramos imprescindível todo o entendimento acerca da biodiversidade existente nas praias arenosas, no intuito de se tomar medidas de conservação, educação ambiental e sustentabilidade. A biodiversidade constitui a base dos bens ambientais e serviços ecossistêmicos essenciais à sobrevivência e ao bem-estar da humanidade.

6. CONCLUSÕES

As 703 conchas coletadas foram classificadas em 16 famílias, 23 gêneros e 29 espécies e os resultados observados nos permitiram afirmar que a abundância em peso dos fragmentos foi significativamente maior no setor úmido e na maré de sizígia.

Além disso, a abundância numérica dos fragmentos foi significativamente maior para o setor úmido, e não houve diferenças estatísticas para o efeito das marés. Por outro lado, a abundância das conchas inteiras foi significativamente maior no setor molhado e na maré de sizígia.

Com relação à riqueza, foi significativamente maior para o setor molhado, porém sem significância para os efeitos das marés. A diversidade, medida pelo índice de Shannon-Wiener, não apresentou diferenças significativas para os efeitos dos setores e das marés, que pode ter ocorrido devido também às restrições do tamanho das amostras. Assim, sugerimos um maior esforço amostral em pesquisas posteriores, inclusive com comparações dos índices nos meses de verão e inverno (alta e baixa temporada), para confirmar e aprofundar o conhecimento dos impactos da limpeza mecânica, uma vez que medidas mitigatórias são urgentes, para preservação destes remanescentes biológicos que desempenham importante papel em nosso ecossistema.

TRABALHO SUBMETIDO OU ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

Science of the Total Environment	
Mechanical cleaning effects on the conchological structure of Santos Beach, Brazil	
--Manuscript Draft--	
Manuscript Number:	
Article Type:	Research Paper
Keywords:	Beach cleaning; Cleaning tractors; Conchology; Environmental Impact; Shell fragmentation; Tides
Corresponding Author:	Walter Barrella, PhD Santa Cecilia University: Universidade Santa Cecilia BRAZIL
First Author:	Laura L.R Barros
Order of Authors:	Laura L.R Barros Walter Barrella, PhD Miguel Petrere Jr Davi Butturi-Gomes
Abstract:	In Santos Beach, southwest coast of Brazil, cleaning operations are intensified during the summer using manual and mechanical techniques driven mainly by sanitary and aesthetic aspects. This study evaluated dead shells' ecological characteristics found in two strips of the sandy beaches, namely, the damp sector and the wet sector. We collected and counted all fragmented and whole shells, identified each down to the species levels, and measured their weight. We used mixed statistical modeling to evaluate the effect of the sector over the abundance (in weight and number), richness, and Shannon-Wiener diversity (H'). We found a significantly greater abundance of fragmented shells in the damp sector. Since this is the sector where mechanical cleaning is applied, we understand such a strategy promotes potential harmful impacts over the conchological structure in Santos Beach, requiring mitigatory measures to protect the empty shells, whose essential ecosystem services might be in danger.
Suggested Reviewers:	Martin Zuschin martin.zuschin@univie.ac.at Jacqueline Albino jacqueline.albino@terra.com.br SUSAN M. KIDWELL skidwell@uchicago.edu GEORGE G. WALDBUSSER waldbuss@coas.oregonstate.edu Brooke Maslo BMaslo21@aol.com
Opposed Reviewers:	

REFERÊNCIAS

ABSALÃO, R. S., PIMENTA, A. D. **Moluscos Marinhos da APA do Arquipélago de Santana, Macaé, RJ**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, Ltda, 2005. 80p.

ADLER, D., THOMAS KELLY, S. **vioplot: violin plot**. R package version 0.3.4. 2019.

AZEVEDO, F.A. e VALENÇA, M.Z. Ecofilosofia: o despertar de uma era definitiva. In: **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**. Vol.1, p. 73- 107, 2008.

BACCUS, J.T. 1977. **A study of beach and dunes floral and faunal interrelations as influenced by recreational and user impact on Padre Island National Seashore**. Southwest Region, National Park Service, Santa Fe, New Mexico. 1977. 121 p.

BALVANERA, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D.; Schmid, B. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. **Ecology letters**, 9(10), 1146-1156. 2006.

BATES, D., Marchler, M., Bolker, B., Walker, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**. 67, 1–48. doi:10.18637/jss. V 067. i01. 2015.

BERTNESS, M. D. Shell utilization, predation pressure, and thermal stress in Panamanian hermit crabs: an interoceanic comparison. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 64:159-187. 1982.

BIZERRIL, M. X. A.; LOUZADA, D.; ROCHA, D. M. S.; PERES, J.; FURONI, G. **Percepção de alunos de ensino fundamental sobre a biodiversidade: relações entre nomes de organismos, mídia e periculosidade**. In: VI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Anais. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007, p. 319.

BORGES, R. P.; FIORI, E. S. SANTOS, J. P. A.; ZARONI, L. P.; GIORDANO, F.; KODAMA, L. K.; MOYA, G. C.; ROSSO, S.; RIBEIRO, R. B. **Zoobenthos of the Santos estuarine system**. IN: Perspectives on Integrative Coastal Zone Management in South America. Neves, R.; Baretta, J. W.; Matheus, M. IST Press, Lisboa. 2008. 604p.

BROWN, A.C. e MCLACHLAN, A. Ecology of Sandy Shores. **Amsterdam, Elsevier**, 327p. 1990.

BROWN A. C. e MCLACHLAN A. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. **Environmental Conservation**, 29 (1): 62-77. 2002.

CALVÃO T., Pessoa M.F. e Lindon F. C. Impact of human activities on coastal vegetation – A review. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 25 (12): 926-944. 2013.

CANAPA, A.; SCHIAPARELLI, S.; MAROTA, I.; BARUCCA, M. Molecular data from the 16S rRNA gene for the phylogeny of Veneridae (Mollusca: Bivalvia). **Marine Biology** v.142, p.1125-1130. 2003.

CARDINALE, B.J., Palmer, M.A.; Collins, S.L. Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. **Nature**, 415 (6870), p. 426-429. 2002.

CARDINALE, B. J., SRIVASTAVA, D. S., DUFFY, J. E., WRIGTH, J. P., DOWNING, A. L., SANKARAN, M., e JOUSEAU, C. Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. **Nature**, 443(7114), p. 989-992. 2006.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de qualidade das águas litorâneas do estado de São Paulo, 2009**. São Paulo: CETESB, 2010.

CHAGAS-SPINELLI A. C. O., COSTA, M. F., LIMA, E.S., Avaliação de métodos de preservação de tecidos moles de moluscos bivalves para análise geoquímica e uso como bioindicadores de contaminação ambiental: caso do estuário de Barra de Jangadas, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 16 (2), 2006.

CHATEIGNER, D.; HEDEGAARD, C.; WENK, H. R.; J. Mollusc shell microstructures and crystallographic textures. **Journal of Structural Geology**, v. 22, 1723, 2000.

CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL. Disponível em:
<<http://www.conchasbrasil.org.br/conquiliologia/>> Acesso em: 04.04.2020.

CORDEIRO, T. C.; BARRELLA, W.; BUTTURI-GOMES, D. e PETRERE Jr, M. A modeling approach for reposition dynamics of litter composition in coastal areas of the city of Santos, Sao Paulo, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 28, p; 333-339, 2018.

CORDEIRO, T.C. **Dinâmica da deposição de resíduos sólidos nas praias de Santos-SP**. 2016. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos). Universidade Santa Cecília. Santos, 2016.

CORREIA, M.D.; SOVIERZOSKI, H. H. 2005. **Ecossistemas marinhos; recifes, praias e manguezais**. In: Conversando sobre ciências em Alagoas: UFAL, Maceió, 55 p. 2005.

DAVENPORT J. e DAVENPORT J.L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 67: 280-292. 2006.

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. **Geomorphology**, v. 199, p. 106-114, Oct. 2013.

DEFEO O, MCLACHLAN A, SCHOEMAN DS, SCHLACHER TA, DUGAN J. Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 81: 1–12. 2009.

DUGAN J.E, HUBBARD D.M, MCCRARY M.D; PIERSON M.O. The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 58: 25–40. 2003.

EGGERS, J., 2015. **On Statistical Methods for Zero-Inflated Models**. Technical Report U.U.D.M. Project Report 2015:9, Uppsala University. 2015.

FERNANDES, M. C. **Estrutura da comunidade de Gastropoda e Bivalvia (Mollusca) associados às algas pardas do gênero Sargassum C. Agardh, 1820 (Sargassaceae) do canal de São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Campinas, SP, 2014.

FLACK, V.F., FLORES, R.A. Using simulated envelopes in the evaluation of normal probability plots of regression residuals. **Technometrics**, 31, 219–225. 1989.

FORCELLI, D.O. 2000. **Moluscos Magallanicos: guia de moluscos de Patagonia y sur de Chile**. Buenos Aires, Vasquez Mazzini Editores, 200p. 2000.

GASPARRO, M.R.; SOUSA, E.C.P.M.; GIORDANO, F. *et al.* **Occupation history of the Santos estuary**. In: Ramiro Neves, R.; Baretta, J. e Mateus, M. (eds.). *Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America*, IST Press, Lisboa. p 139 – 145, 2008.

GESSNER, M.O., INCHAUSTI, P., PERSSON, L., RAFFAELLI, D. G.; GILLER, P. S. Biodiversity effects on ecosystem functioning: insights from aquatic systems. **Oikos**, 104, 419-422. 2004.

GHESKIERE, T., VINCX, M., WESLAWSKI, J.M., SCAPINI, F., DEGRAER, S. Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. **Marine Environmental Research**. 60(2): 245-265. 2005.

GILBURN, A.S. Mechanical grooming and beach award status are associated with low strandline biodiversity in Scotland. **Estuarine Coastal and Shelf Science**. 107, 81–88. 2012.

GIL, G., BERGONCI, P. E. A., TARASCONI, J. C., THOMÉ, J. W. **As conchas de nossas praias**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010. 224p.

GONÇALVES, E.M. e P.C. LANA. Padrões de distribuição de Bivalvia e Gastropoda na plataforma continental da costa sudeste do Brasil. **Nerítica**, Pontal do Sul, 6 (1-2):73-92. 1991.

HINDE, J., DEMÉTRIO, C.G.B., 1998. Overdispersion: models and estimation. **Computational Statistics and Data Analysis**. 27, 151–170. 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário estatístico dos municípios**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santos.html>. Acesso em: 15.05.2020.

KIDWELL, S.M. Preservation of species abundance in marine death assemblages. **Science**, Washington, 294 (2): 1091-1094. 2001.

KINDERMANN G. e GORMALLY M.J. Vehicle damage caused by recreational use of coastal dune systems in a Special Area of Conservation (SAC) on the west coast of Ireland. **Coastal Conservation**. 14:173–188. 2010.

KOWALEWSKI M, SERRANO G.E.A, Flessa K.W, Goodfriend G.A. Dead delta's former productivity: two trillion shells at the mouth of the Colorado River. **Geology** 28: 1059–1062. 2000.

LAWLESS, J.F. Negative binomial and mixed Poisson regression. **Canadian Journal of Statistics**. 15, 209–225. 1987.

LINDNER, G. **Moluscos y Caracoles de los mares del mundo**. Manuales de identificación. Barcelona: Ed Omega, 2000. 319p.

LO, N.C., JACOBSON, L.D., SQUIRE, J.L. Indices of Relative Abundance from Fish Spotter Data based on Delta-Lognormal Models. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. 49, 2515–2526. 1992.

LOPES, C.F.; MILANELLI, J.C.C.; POFFO, I.R.F. **Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza** – manual de orientação. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007, 120 p.

LOREAU, M., NAEEM, S., INCHAUSTI, P., BENGTSSON, J., GRIME, J.P., HECTOR, A., HOOPER, D. U., HUSTON, M.A., RAFFAELLI, D., SCHMID, B., TILMAN, D.; WARDLE, D.A. Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. **Science**, 294 (5543), 804-808. 2001.

LUCREZI S., SCHLACHER T.A. e ROBINSON, W. Human disturbance as a cause of bias in ecological indicators for sandy beaches: experimental evidence for the effects of human trampling on ghost crabs (*Ocypode* spp.). **Ecological Indicators**, 9: 913-921. 2009.

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. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.

MA, M. Species richness vs evenness: independent relationship and different responses to edaphic factors. **Oikos** 111(1):192-198.2005.

MCLACHLAN, A. & BROWN, A.C. 2006. **The Ecology of Sandy Shores**. Academic Press. Burlington, Massachusetts.

MICHEL, J., SHIGENAKA, G., HOFF, R. 1992. **Oil Spill Response and Clean up Techniques**. In: An Introduction to Coastal Habitats and Biological Resources for Oil Spill Response. NOAA, Seattle, 401 p. 1992.

MILANELLI, J. C. C.; LOPES, C. F. **Recuperação de praias atingidas por derrames de óleo - procedimentos emergenciais adotados pela CETESB**. 14ª Semana Nacional de Oceanografia - Oceanografia e Sociedade: Um desafio à Teoria e Prática, Rio Grande. 2001.

MIN, Y., AGRESTI, A. Modeling Nonnegative Data with Clumping at Zero: A Survey Models for Semicontinuous Data This section introduces some methods for modeling semicontinuous. **Journal Iranian Statistical Society**. 1, 7–33. 2002.

MORAL, R.A., HINDE, J., DEMÉTRIO, C. Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package. **Journal of Statistical Software**. 81, 1–23. 2017.

MORTON, J. K.; WARD, E.J.; BERG, K. C. Potential Small- and Large-Scale Effects of Mechanical Beach Cleaning on Biological Assemblages of Exposed Sandy Beaches Receiving Low Inputs of Beach-Cast Macroalgae. **Journal of Coastal Research**, v. 27, n. 6, p. 184-192, 2011.

MOSER, G.A.O.; GIANESELLA, S.M.F.; BARRERAALBA, J.J.; BERGAMO, A.L.; SALDANHACORREA, F. M.P.; MIRANDA, L.B.; HARARI, J. 2005 Instantaneous transport of salt, nutrients, suspended matter and chlorophyll-a in the tropical estuarine system of Santos. **Brazilian Journal of Oceanography**, 53(3/4): 115-127.

NAESS, A. The shallow and the deep, long-range ecology movement. **Inquiry**, 16:95-100. 1973.

NORIEGA, R., SCHLACHER, T.A., SMEUNINX, B. Reductions in Ghost Crab populations reflect urbanization of beaches and dunes. **Journal of Coastal Research**, 28 (1), 123–131. 2012.

O'CONNOR, N. E.; CROWE, T. P. Biodiversity loss and ecosystem functioning: Distinguishing between number and identity of species. **Journal of Ecology** 86: 1783–1796. 2005.

OLABARRIA, C., LASTRA, M., GARRIDO, J. Succession of macrofauna on macroalgal wrack of an exposed sandy beach: Effects of patch size and site. **Marine and Environmental Research**. 63 (1), 19–40. 2007.

PACHEPSKY, E., CRAWFORD, J. W., BOWN J. L., SQUIRE, G. Towards a general theory of biodiversity. **Nature**, 410 (6831), 923-926. 2001.

PEREIRA, R. C; SOARES-GOMES. A. (org). 2009. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciências, 631p. 2009.

PETRERE Jr, M. O aquecimento global no contexto da cultura. **Hileia** (UEA), v. 16, p. 133-142, 2012.

PFISTERER, A. B., SCHMIDT, B. Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning. **Nature**, 416 (6876), 84-86. 2002.

PIMENTEL-GOMES, F., 2009. **Curso de Estatística Experimental**. FEALQ, Piracicaba. 2009.

PINHEIRO, J.C., BATES, D.M., 2000. **Mixed-Effects Models in S and S-Plus**. Springer-Verlag, New York. 2000.

R Core Team, 2019. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**.

REESE, E. Shell selection behavior of hermit crabs. **Animal Behaviour**, 10:347-360. 1962.

RICKLEFS, R. A. 2003. **Economia da Natureza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503p. 2003.

RUIZ, Y. S.; BARRELLA, W. Saída de Campo em Costão Rochoso no Ensino da Biotecnologia de Crustáceos Decápodes. **UNISANTA BioScience**, Edição Especial – Metodologia de Ensino em Ecologia de Campo, Vol. 3, n.5, p.102-106. 2014.

SANTOS, **Prefeitura Municipal de**. 2019. Disponível em <https://www.santos.sp.gov.br/?q=servico/limpeza-das-praias>. Acesso em 27.05.2020.

SANTOS, **Prefeitura Municipal de**. 2017. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=content/isolada-area-onde-foramencontrados-destrocos-de-navio>. Acesso em: 17.07.2020.

SCHLACHER, T. A., DUGAN, J., SCHOEMAN, D.S., LASTRA, M., JONES, A., SCAPINI, F., MCLACHLAN, A., DEFEO, O. 2007. **Sandy beaches at the brink**. Diversity and Distributions, v. 13, n.5, p. 556-560, Sep. 2007.

SCHMIEGELOW, J. M. 2004. **O Planeta Azul – Uma Introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

STELLING-WOOD, T.P., CLARCK, G.F., POORE, A.G., Responses of ghost crabs to habitat modification of urban sandy beaches. **Marine Environmental Research**, 116, 32–40. 2016.

STEPHENSON, G. **Vehicle impacts on the biota of sandy beaches and coastal dunes: a review from a New Zealand perspective**. Dept. of Conservation.

Wellington, New Zealand. 1999.

VAN DER SANCIA, E.T., MOOLENBEEK R. G., HOEKSEMA B.W. Decline of the Jakarta Bay molluscan fauna linked to human impact. **Marine Pollution Bulletin** 59: 101–107. 2009.

ZIELINSKI, S., BOTERO, C.M. e A. YANES. To clean or not to clean? A critical review of beach cleaning methods and Impacts. **Marine Pollution Bulletin** (139): 390-401. 2019.

ZUUR, A.F., IENO, E.N., SMITH, G.M. Analysing Ecological Data. **Springer-Verlag**, New York. 2007.

APÊNDICES

Apêndice A – Gráficos de resíduos dos modelos finais.

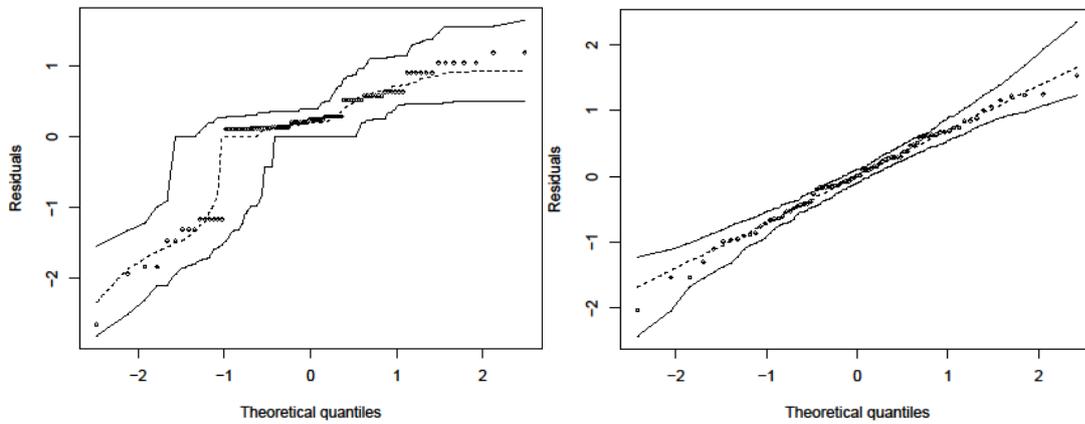


Figura A1 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo delta-lognormal misto ajustado aos dados dos pesos dos fragmentos. Painel direito: estágio binomial. Painel esquerdo: estágio lognormal.

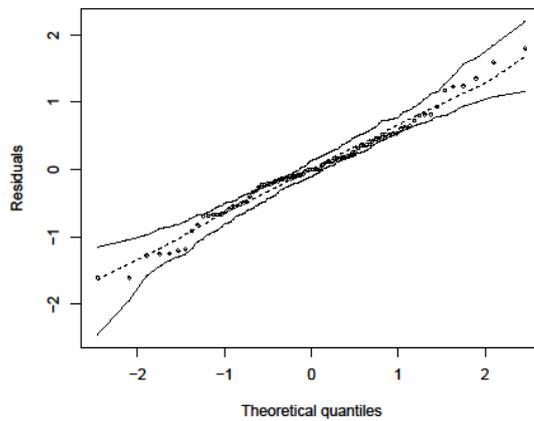


Figura A2 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo lognormal misto ajustado aos dados dos pesos das conchas.

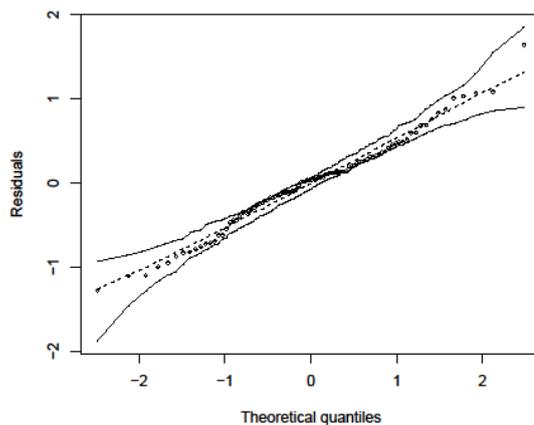


Figura A3 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo lognormal misto ajustado aos dados do peso total.

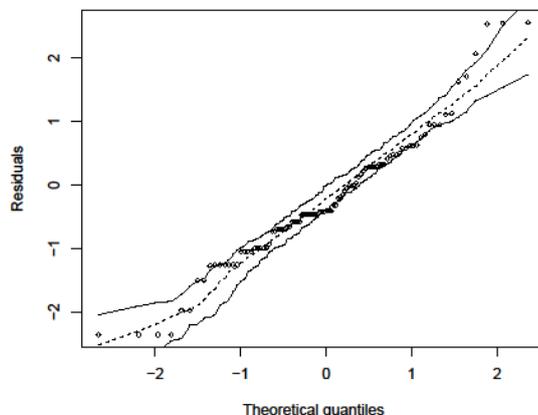


Figura A4 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo binomial negativo misto ajustado às contagens de fragmentos.

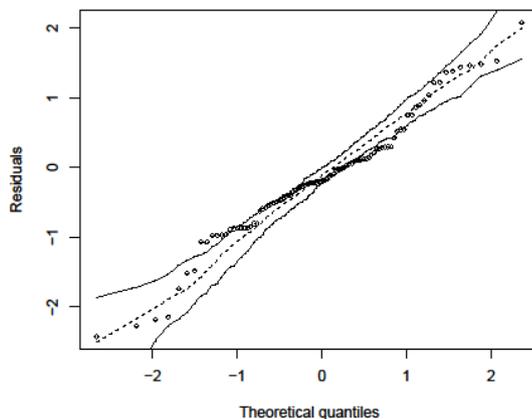


Figura A5 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo binomial negativo misto ajustado às contagens de conchas.

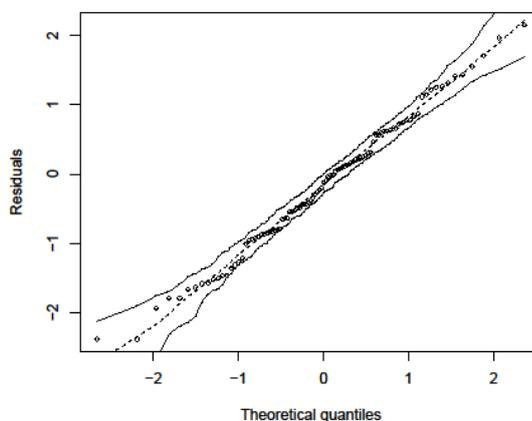


Figura A6 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo binomial negativo misto ajustado às contagens totais (soma as contagens de fragmentos e de conchas).

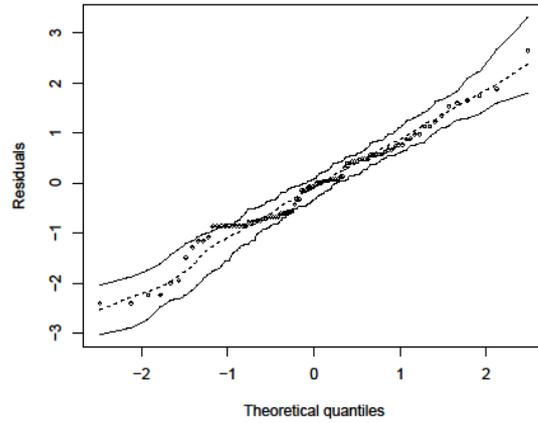


Figura A7 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo Poisson misto ajustado à riqueza de espécies.

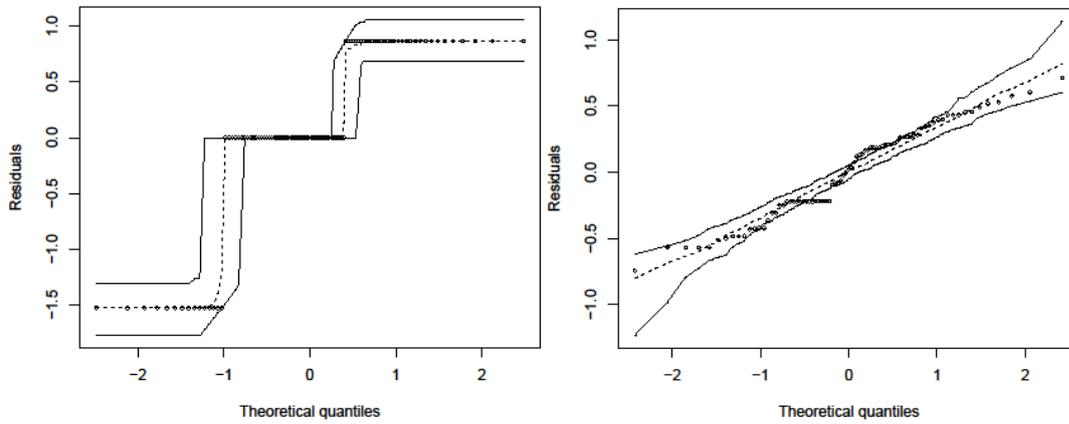
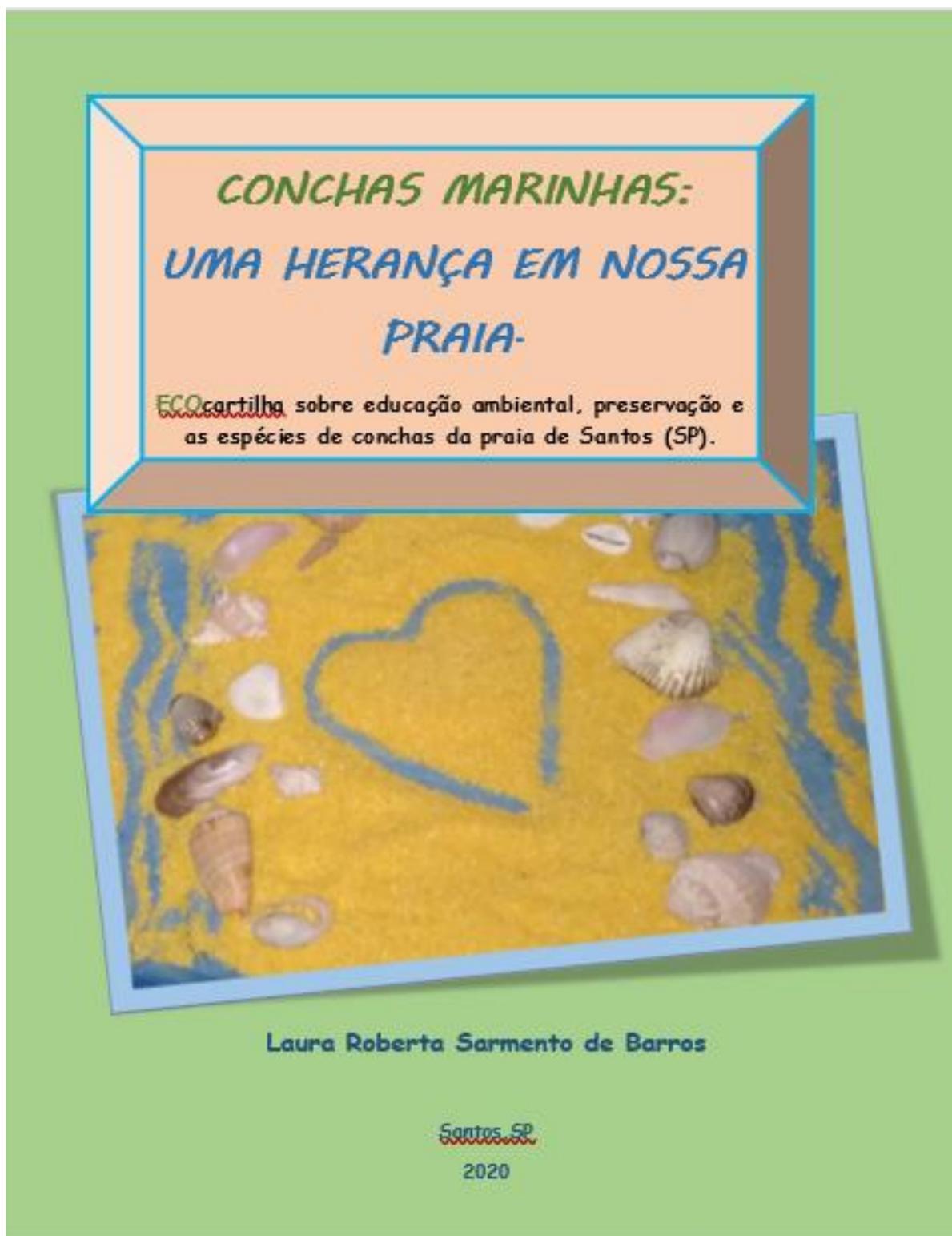


Figura A8 – Resíduos (gráfico de quantil-quantil com envelope simulado de 95%) do modelo delta-lognormal misto ajustado à diversidade de Shannon. Painel direito: estágio binomial. Painel esquerdo: estágio lognormal.

Apêndice B – Cartilha como proposta complementar



APRESENTAÇÃO

Este material é produto de uma proposta complementar de dissertação de Mestrado em Ecologia (Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos); Universidade Santa Cecília, Santos, SP. Ele foi elaborado com muito carinho para VOCÊ: criança, adolescente, adulto (educador ambiental), e todo o cidadão que tem o compromisso de zelar pelo meio ambiente hoje, para não faltar amanhã.

Que através desta, seja despertado um maior senso de cuidado com a preservação ambiental, servindo como um instrumento para uma educação ambiental formal e não-formal.

Nossos biomas pedem socorro! Precisamos nos conscientizar e sermos multiplicadores de atitudes "mais verdes", que conservem toda a herança natural que ainda temos.



Boa leitura e reflexão!!!

SUMÁRIO

Praias	4
O que são?.....	4
A praia de nossa cidade.....	5
A fauna das praias arenosas.....	6
Sobre AS CONCHAS dos Moluscos	8
O que são e como se formam?	8
Bivalves	9
Gastrópodes.....	10
Um tesouro escondido.....	11
Preservação e Educação Ambiental nas praias	14
Catálogo de espécies de conchas encontradas em Santos	17
Referências	32

PRAIAS... O QUE SÃO?

PRAIAS podem ser definidas como ambientes costeiros formados por água, areia, pedras ou conchas, que sofrem influência das ondas, marés, ventos e correntes.

Elas servem de habitat para várias espécies animais e vegetais.



A dinâmica de cada praia exerce grande influência sobre as comunidades bentônicas (organismos que habitam no substrato).

Estes organismos têm preferência por determinados habitats. Fatores como granulometria do sedimento e inclinação da praia, determinam a sua estruturação.

A PRAIA DE NOSSA CIDADE

Conhecida pela sua beleza, a praia de Santos, com os seus mais lindos jardins e uma extensa faixa de areia, são uma das opções de lazer e recreação mais procuradas pela população e pelos turistas.

Canal de drenagem



A praia é cortada por 6 canais e, cada trecho de praia, entre os canais, recebe o nome do bairro a que pertence.

- José Menino
- Gonzaga
- Boqueirão
- Embaré
- Aparecida
- Ponta da Praia

Vista aérea da praia. Foto tirada em 21/05/2020, por colaboradores.

A FAUNA DAS PRAIAS ARENOSAS



ACREDITEM!!! A fauna das praias arenosas abriga criaturinhas fascinantes! Por isto **MUITO CUIDADO** ao caminhar pela areia para não pisar em nenhuma espécie. Algumas delas, podem ser vistas, mas outras se enterram, para se esconder em busca de proteção.

Grupos de animais marinhos, como crustáceos, equinodermos e moluscos estão presentes nesse ecossistema, como alguns exemplos a seguir:

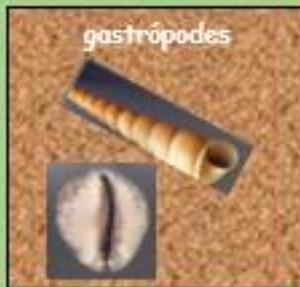
CRUSTÁCEOS



EQUINODERMOS



MOLUSCOS



AS CONCHAS DOS MOLUSCOS O QUE SÃO E COMO SE FORMAM?



Os moluscos são animais de corpo mole, que precisam se proteger e para isto, alguns possuem esqueletos externos, chamados de CONCHAS. Nem todos os moluscos possuem conchas como o polvo, a lula entre outros.

O próprio molusco consegue formar a sua concha. Ele secreta uma substância chamada nácar, que é dura e brilhante e atribui rigidez à concha. Assim o molusco fica protegido dos predadores e da pressão da água.

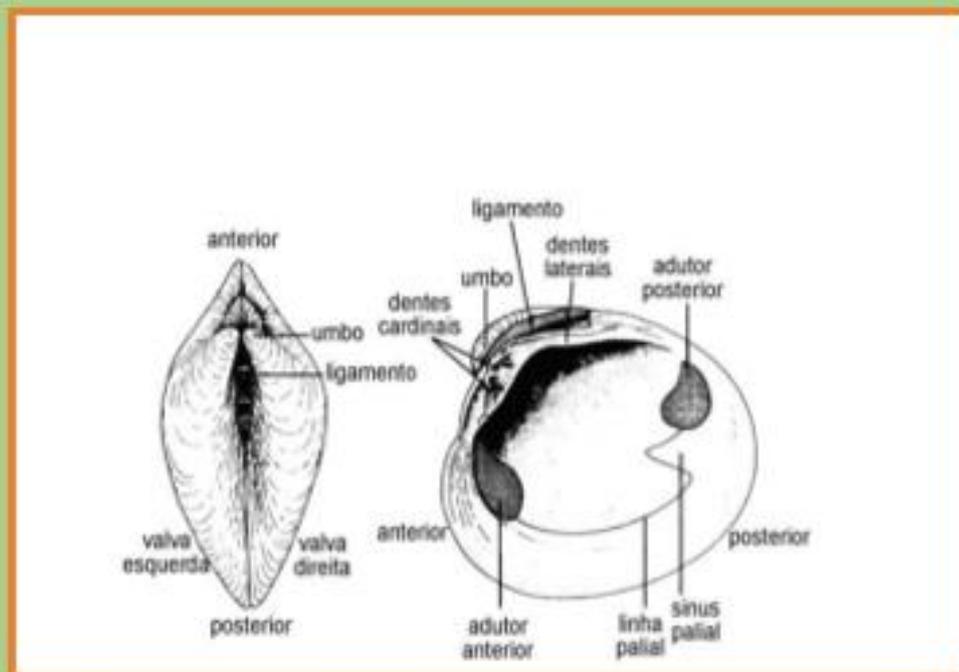
BIVALVES E GASTRÓPODES SÃO EXEMPLOS DE MOLUSCOS QUE POSSUEM CONCHAS.



BIVALVES

Este grupo é aquático, podendo ocorrer em ambientes de salinidade diversa como água salgada, doce ou salobra. Alguns exemplos são: ostras, mexilhões, vieiras e mariscos.

Os bivalves apresentam conchas com **duas peças** (duas valvas) conforme a figura abaixo:



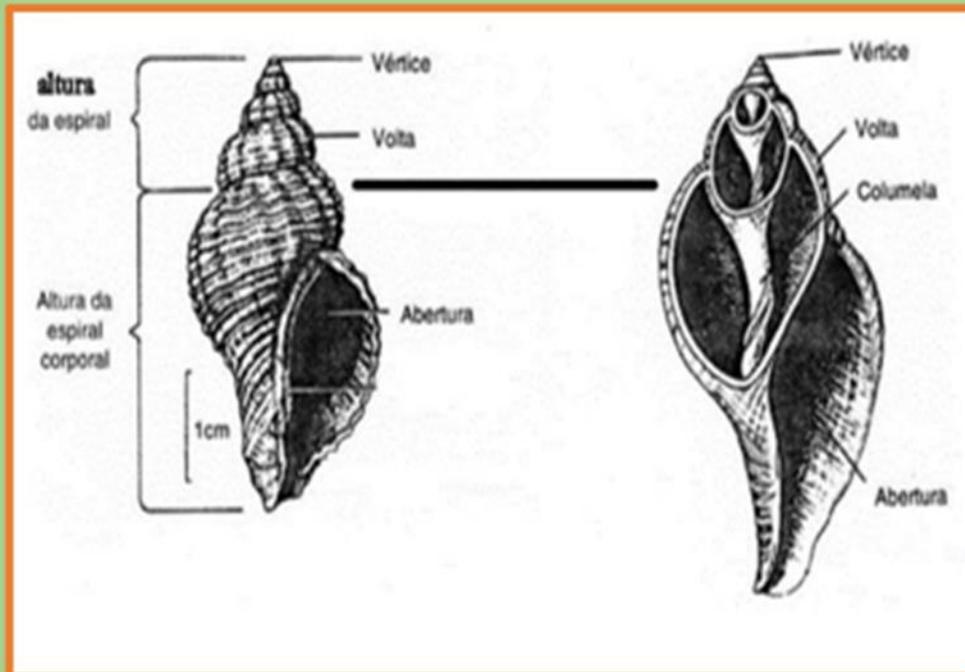
Partes da concha de um bivalve. Fonte: Programa Brasileiro de Intercâmbio em [Maricultura](http://www.maricultura.org), 2003.



GASTRÓPODES

O significado de *Gastrópode* vem de *gaster*= ventre e "*podos*" = pé. Eles podem ser encontrados em água doce, terra ou mar, sendo que a maioria é marinha. São representados por caracóis, lesmas e caramujos.

A sua concha, com uma **única peça** em espiral, é característica típica deste grupo.



Partes da concha de um gastrópode. Fonte: *Cassab*, 2003.

UM TESOURO ESCONDIDO



Como vimos, os moluscos possuem conchas. Quando estes animais morrem, deixam estes esqueletos no ambiente. Ficamos encantados com este tesouro bem debaixo dos nossos pés. As conchas têm diversos tamanhos, cores e formatos.

Elas são tão belas que queremos pegá-las e levá-las conosco, mas é importante saber o quanto são necessárias para aquele ambiente.

E... falando em tesouro... Vocês sabiam que as ostras produzem PÉROLA NATURAL?

Isto ocorre quando ela é invadida por um parasita ou incomodada por um objeto estranho como um grão de areia, por exemplo. Aí, para se proteger, ela cobre o grãozinho de areia com nácar. Ao serem depositadas muitas camadas de nácar, acaba por ocasionar a formação de uma pérola.

Pérolas são produtos "da dor", resultados da entrada de uma substância estranha no interior da ostra. Pérolas são como feridas curadas, **VOCÊS JÁ PENSARAM NISSO?**

A retirada de conchas é uma atividade muito comum e até mesmo um *hobby* para muitas pessoas. Há aqueles que as retiram para fazer artesanatos também. O que muitos não sabem, é que algo que parece ser inofensivo, pode causar um grande impacto ambiental. **A remoção de conchas nas praias leva este material ao declínio e à perda da biodiversidade no mundo inteiro.**

IMAGINEM se cada pessoa que chegar à praia, retirar uma concha. Isto vai reduzir a sua ocorrência na areia, e acabaremos aos poucos com um componente importante para o equilíbrio dos mares.

Por que as conchas são tão importantes???

- Servem de abrigo e esconderijo para outros animais.
- Quando a água está muito ácida por causa da poluição, ela consome o calcário da concha e neutraliza a acidez do oceano.
- As conchas são essenciais para o ciclo biogeoquímico marinho.
- São importantes na formação esquelética de organismos marinhos, bem como na construção dos recifes de corais.

O trânsito de veículos na praia não é recomendado, pois a compactação do solo altera o ambiente para os animais que vivem enterrados, além disto matam ou danificam muitos deles.

Na praia de Santos, não há veículos de recreação, mas há tratores de limpeza. Além da limpeza manual, temos as LIMPEZAS PERIÓDICAS COM MÁQUINAS PESADAS, que acabam removendo muito mais que lixo, como as conchas e outros materiais biológicos. No verão, a demanda aumenta e os tratores precisam se remover diversas vezes para a retirada dos resíduos jogados na areia.

O pisoteio é um outro fator que acaba por fragmentar as conchas e até mesmo matar alguns animais. Precisamos observar e ter cuidado com estes **TESOUROS dos nossos ecossistemas**.

Precisamos pensar em nossas atitudes e educação para com o meio ambiente.



Limpeza mecânica no setor úmido da Praia de Santos. Foto: Colaboradores

PRESERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS PRAIAS

A praia é um ótimo lugar para relaxar e se divertir.

O contato com este ambiente (o barulho do mar), nos proporciona momentos únicos, até mesmo para restabelecer a saúde. **E nós? O que damos em troca?** É preciso ter em conjunto com toda esta prazerosa sensação, a consciência pela **preservação** deste ambiente.

Conforme a Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, a **EDUCAÇÃO AMBIENTAL** é entendida, da seguinte forma:

“Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Portanto, o objetivo da EDUCAÇÃO AMBIENTAL é formar indivíduos, despertando neles INTERESSES ECOLÓGICOS, que venham prevenir problemas ambientais e que contribuam para a PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO dos ambientes naturais.

O lixo descartado, é um dos principais poluentes dos ecossistemas marinhos, juntamente com o petróleo, metais pesados etc.



Os danos à biota marinha são inúmeros e irreversíveis causando a morte de diversos animais. **Quantos deles morrem asfixiados por plástico ou outro material deixado na praia que não foi descartado corretamente?**

O cenário atual exige novas escolhas no estilo de vida de nossa sociedade, mudanças de atitudes individuais e coletivas na relação com o meio natural.

É preciso CUIDAR hoje, para que não falte AMANHÃ!

CATÁLOGO DE ESPÉCIES DE CONCHAS, SANTOS (SP).

Este catálogo contém fotos de 29 espécies de conchas, que foram coletadas com o objetivo de pesquisa de dissertação. As conchas foram medidas com um paquímetro digital (em mm) fornecendo mais um dado, o do tamanho médio de cada uma delas. Eis uma oportunidade de CONHECER um pouco sobre esta herança deixada em nossa Praia de Santos, e PRESERVÁ-LA.



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Arcoida

FAMÍLIA: Arcidae

GÊNERO: Anadara

ESPÉCIE:

Anadara brasiliana

(Lamarck, 1819)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Arcoida

FAMÍLIA: Arcidae

GÊNERO: Anadara

ESPÉCIE: Anadara ovalis
(Bruguère, 1789)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Cardiidae

GÊNERO:

Trachycardium

ESPÉCIE: Trachycardium
manoeli (Prado, 1993)

18



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Cardiidae

GÊNERO: Trachycardium

ESPÉCIE: Trachycardium
muricatum (Linnaeus,
1758)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Myoida

FAMÍLIA: Corbulidae

GÊNERO: Corbula

ESPÉCIE: Corbula
contracta (Say, 1822)



CLASSE: BIVALVIA
ORDEM: Veneroida
FAMÍLIA: Donacidae
GÊNERO: Donax
ESPÉCIE: Donax
hanleyanus (Philippi, 1842)



CLASSE: BIVALVIA
ORDEM: Veneroida
FAMÍLIA: Lucinidae
GÊNERO: Divaricella
ESPÉCIE: Divaricella
quadrisulcata (D'Orbigny,
1842)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Mactridae

GÊNERO: Mactra

ESPÉCIE: Mactra
janeiroensis (Smith, 1915)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Mactridae

GÊNERO: Mulinia

ESPÉCIE: Mulinia cleriana
(D'Orbigny, 1846)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Mactridae

GÊNERO: Raeta

ESPÉCIE: Raeta plicatella
(Lamarck, 1818)



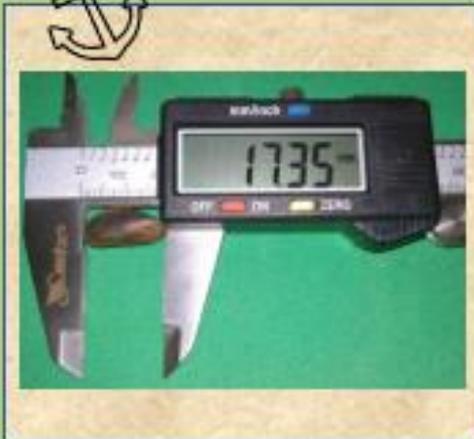
CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Mytiloida

FAMÍLIA: Mytilidae

GÊNERO: Mytella

ESPÉCIE: Mytella
charruana (D' Orbigny,
1842)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Mytiloidea

FAMÍLIA: Mytilidae

GÊNERO: Mytella

ESPÉCIE: Mytella
guyanensis (Lamarck,
1819)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Arcoidea

FAMÍLIA: Noetiidae

GÊNERO: Noetia

ESPÉCIE: Noetia bisulcata
(Lamarck, 1819)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Myoida

FAMÍLIA: Pholadidae

GÊNERO: Cyrtopleura

ESPÉCIE: Cyrtopleura
costata (Linnaeus, 1758)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Myoida

FAMÍLIA: Pholadidae

GÊNERO: Cyrtopleura

ESPÉCIE: Cyrtopleura
lanceolata (D' Orbigny,
1841)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Myoida

FAMÍLIA: Pholadidae

GÊNERO: Pholas

ESPÉCIE: Pholas
Campechiensis (Gmelin,
1791)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Psammobiidae

GÊNERO: Sanguinolaria

ESPÉCIE: Sanguinolaria
cruenta (Lightfoot, 1786)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Ungulinidae

GÊNERO: Diplodonta

ESPÉCIE: Diplodonta
notata (Dall & Simpson,
1901)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: Amiantis

ESPÉCIE: Amiantis
purpurata (Lamarck,
1818)

26



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: Chione

ESPÉCIE: Chione
cancellata (Linnaeus,
1767)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: Dosinia

ESPÉCIE: Dosinia
concentrica (Born, 1778)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: *Pitar*

ESPÉCIE: *Pitar* *circinata*
(Born, 1778)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: *Pitar*

ESPÉCIE: *Pitar* *fulminata*
(Menke, 1828)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Veneridae

GÊNERO: Tivela

ESPÉCIE: Tivela
mactroides (Born, 1778)



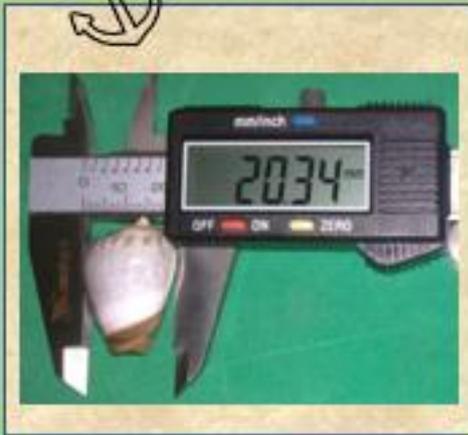
CLASSE: GASTROPODA

ORDEM: Littorinimorpha

FAMÍLIA: Calyptraeidae

GÊNERO: Bostrycapulus

ESPÉCIE: Bostrycapulus
aculeatus (Gmelin, 1791)



CLASSE: GASTROPODA

ORDEM: Neogastropoda

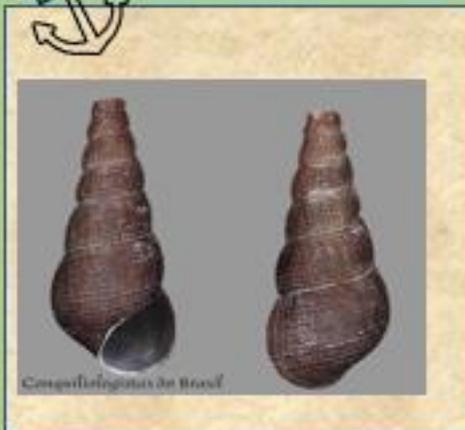
FAMÍLIA: Olividae

GÊNERO: Olivancilaria

ESPÉCIE: Olivancillaria
urceus (Roding, 1798)

As fotos das três próximas espécies, foram obtidas do site "Conquiliologistas do Brasil".

Não foi possível colocar as originárias da coleta, em razão do pequeno tamanho de duas delas e da quebra de outra enquanto estava sendo manuseada.



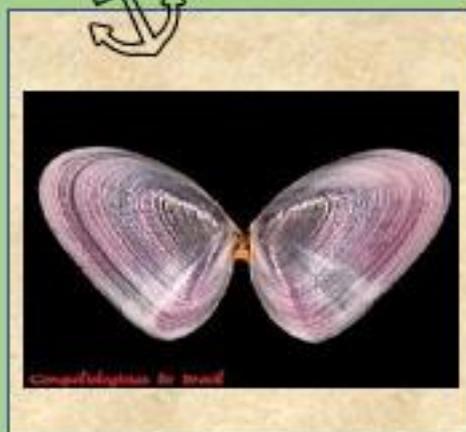
CLASSE: GASTROPODA

ORDEM: Mesogastropoda

FAMÍLIA: Pleuroceridae

GÊNERO: Melanoides

ESPÉCIE: Melanoides
tuberculatus (Muller,
1774)



CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroida

FAMÍLIA: Tellinidae

GÊNERO: Tellina

ESPÉCIE: Tellina sandix
(Boss, 1968)



Tellina trinitatis

CLASSE: BIVALVIA

ORDEM: Veneroidea

FAMÍLIA: Tellinidae

GÊNERO: Tellina

ESPÉCIE: Tellina
trinitatis (Tomlin, 1929)

REFERÊNCIAS

BRASIL. LEI NO 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de abr. de 1999.

CASSAB, R. Paleontologia da Formação Jandaíra. Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos. 2003. 184 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL. 2009. Disponível em <http://www.conchasbrasil.org.br/conquiliologia/>. Acesso em 04/06/2020.

Programa Brasileiro de Intercâmbio em Maricultura. 2003. Cultivo de Mexilhões. Volume 1, disponível em: <http://www.mpa.gov.br/seap/html/PARA%20SITE/>. Acessado em 01/07/2020.