

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

FÁTIMA APARECIDA ROCHA E SILVA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS BOLACHAS-DO-MAR
MELLITA QUINQUIESPERFORATA LESKE (1778) LANÇADAS AO
SUPRALITORAL NAS PRAIAS DE SANTOS
(SP – BRASIL)**

SANTOS/SP

2017

FÁTIMA APARECIDA ROCHA E SILVA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS BOLACHAS-DO-MAR
MELLITA QUINQUIESPERFORATA LESKE (1778) LANÇADAS AO
SUPRALITORAL NAS PRAIAS DE SANTOS
(SP – BRASIL)**

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação do Prof. Dr. Walter Barrella.

SANTOS/SP

2017

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

593.93 ROCHA E SILVA, Fátima Aparecida.
S58d Distribuição Espacial e Temporal das Bolachas-do-Mar
Mellita quinquiesperforata Leske (1778) lançadas ao
supralitoral nas Praias de Santos (SP - Brasil).
Fátima Aparecida Rocha e Silva. Ano de conclusão: 2017.
45 p.
Orientador: Prof. Dr. Walter Barrella.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas
Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2017.

1. *Mellita quinquiesperforata*. 2. Distribuição espacial.
3. Variações temporais sazonais e circadianas.

I.BARRELLA, Walter.II. Distribuição Espacial e Temporal das
Bolachas-do-Mar *Mellita quinquiesperforata* Leske (1778)
lançadas ao supralitoral nas Praias de Santos (SP - Brasil).

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, ao meu marido e aos meus filhos que me apoiaram de diversas maneiras durante esta importante etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A conclusão de um curso de mestrado implica, ao seu final, o dever de agradecer. Agradecer sim, pois às vezes esquecemo-nos de retribuir, mesmo que com simples palavras, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na concretização deste objetivo.

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

Ao Professor Dr. Walter Barrella, meu orientador, agradeço por ter acreditado que eu chegaria ao final do mestrado, sempre ao meu lado demonstrando que seria fácil e possível, tenho um carinho enorme por você e admiro o seu jeito de ser.

Agradeço a Professora Ursulla Pereira de Souza, Coordenadora do Mestrado em Ecologia, pela compreensão e contribuição para que eu finalizasse o mestrado.

Ao Professor Fábio Giordano, agradeço pelas aulas que ministrou e por sempre elucidar minhas dúvidas com muita paciência, não deixando de lado o seu jeito alegre e o sorriso no rosto.

Aos Professores Dr. Álvaro Reigada e Dra. Juliana Guimarães agradeço pelas aulas ministradas, por participarem da minha banca de qualificação e principalmente pelas importantes considerações, tenho muito carinho por vocês.

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

Aos amigos que conquistei, o Grupo da Magia, Armindo Pereira Cabral Filho, Carlota Cafiero, Erika Kyushima Solano, João Thiago Mele, Luciana Bretas, Marcelo Crispim, Marcelo Gazolli e Pedro Paulo de Mello e Souza Lima, agradeço por transformarem esta trajetória num conto de fadas, cada um com seu personagem, sua lenda, sempre dispostos a ajudar, desde os pequenos até os grandes problemas. O Grupo da Magia será eterno, tenho vocês em meu coração.

Agradeço a minha amiga, Maria Cecília Barbosa por sempre me apoiar em minhas decisões e acreditar que sou capaz de conquistar meus sonhos.

Agradeço aos meus pais, Carlos e Célia por acreditarem na minha

disposição de vencer obstáculos.

Em especial agradeço a minha família, meu esposo Jair José e meus filhos Amanda e Gustavo que sempre estiveram ao meu lado, ajudando nas saídas de campo, apoiando e motivando, amo vocês e muito obrigada por terem contribuído com mais esta etapa da minha vida.

Não posso deixar de agradecer a minha família de coração, Ingrid Oliveira, minha filha, que sempre me apoiou e ajudou e sobrinhos Gabriel Ayres e Natália Pertusi que, sempre que possível, contribuíam com o levantamento de dados. Amo vocês.

RESUMO

A Baía de Santos localiza-se na porção central do litoral do Estado de São Paulo, região Sudeste do Brasil. Nesta baía encontra-se a área em estudo, as praias de Santos que são subdivididas de leste para oeste por canais de drenagem que desaguam no mar e com diferentes distâncias entre os canais, totalizando a área em análise em 4.664 m², constituem-se em extensas faixas arenosas, com sedimentos de granulação fina, homogênea e com declividade de sub-horizontais, o que as caracteriza como do tipo dissipativo. Os limites desses ambientes são propícios ao estabelecimento de faunas marinhas particulares, estabelecidas em função das características abióticas, bem como das necessidades ecológicas de cada espécie. Desse modo, o objetivo deste presente trabalho foi avaliar a ocorrência da *Mellita quinquiesperforata*, as “Bolachas-do-Mar”, nas praias de Santos com o intuito de verificar padrões de distribuição espacial das mesmas, relacionando-os com mudanças temporais sazonais (estações do ano, direção dos ventos) e circadianas (marés, fase lunar). Foram realizadas 24 saídas de campo diurnas, entre os meses de Março de 2015 e Março de 2016. O levantamento dos dados consistiu em dois processos, a contagem dos indivíduos e a biometria das Bolachas-do-Mar inteiras. A contagem dos indivíduos era realizada durante o percurso de ida, Canal 6 ao Emissário e a biometria durante o retorno do Emissário ao Canal 6, através de caminhada realizada no limite do mar (linha do deixa), dentro de uma faixa de largura de 10m (5m de cada lado da linha do deixa). A distribuição espacial das Bolachas-do-Mar é influenciada pela ação dos ventos, maré, lua e estação do ano, com todas estas informações que foram obtidas a cada saída de campo, foi elaborada uma Análise de Correspondência Canônica que se pode verificar que a direção do vento foi a variável que mais predominou, a altura da maré, em conjunção com a estação do ano e a fase lunar também influenciaram, principalmente quando a ação dos ventos era menor. O diâmetro médio das Bolachas-do-Mar foi calculado $[(\text{comprimento} + \text{largura}) \times 0,5]$ e comparado por Canal, observou-se que existe uma ligeira alteração entre os trechos, em relação às mudanças temporais sazonais e circadianas o tamanho médio não demonstraram alterações.

Palavras-chave: *Mellita quinquiesperforata*. Distribuição espacial. Variações temporais sazonais e circadianas.

ABSTRACT

The Bay of Santos is located in the central portion of the coast of the State of São Paulo, southeastern region of Brazil. In this bay is the study area, the beaches of Santos that are subdivided from east to west by drainage channels that flow into the sea and with different distances between the channels, totaling the area in analysis in 4,664 m², constitute Extensive sandstones, with fine-grained, homogeneous and sub-horizontal gradient sediments, which characterizes them as dissipative type. The limits of these environments are favorable to the establishment of particular marine faunas, established according to the abiotic characteristics, as well as the ecological needs of each species. Thus, the objective of this present work was to evaluate the occurrence of *Mellita quinquiesperforata*, the "Cookies of the sea", in the beaches of Santos in order to verify patterns of spatial distribution of the same, relating them to seasonal temporal changes, Direction of the winds) and circadian (tides, lunar phase). Twenty-four daytime field trips were carried out between March 2015 and March 2016. Data collection consisted of two processes, the counting of individuals and the biometry of the whole Cookies of the Sea. The counting of the individuals was performed during the one-way route, Channel 6 to the Emissary and biometrics during the return of the Emissary to Channel 6, by walking at the limit of the sea (tail line), within a range of 10m (5m on each side of the line of the leaves). The spatial distribution Cookies of the Sea is influenced by the action of the winds, tide, moon and season of the year, with all this information that was obtained at each field exit, a Canonic Correspondence Analysis was elaborated that can be verified that the direction Of the wind was the variable that most predominated, the height of the tide, in conjunction with the season of the year and the lunar phase also influenced, mainly when the action of the winds was smaller. The mean diameter Cookies of the sea was calculated $[(\text{length} + \text{width}) \times 0.5]$ and compared by Channel, it was observed that there is a slight change between the stretches, relative to seasonal and circadian temporal changes the mean size did not demonstrate Changes.

Keywords: *Mellita quinquiesperforata*. Spatial distribution. Seasonal and circadian temporal variations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demonstração das marés em à lua, sol e terra. Fonte: CEM/UFPR.	15
Figura 2 - Demonstração da formação das ondas pelo vento. Fonte: CEM/UFPR... ..	16
Figura 3 - DAAT/PLEDS com direção em graus em segundos e períodos e ondas, registrados no verão de 2012 (esquerdo) e 2013 (direito), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção EDE-E-ENE. Fonte: PEREIRA (2012 e 2013).	17
Figura 4 - Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno de 2012 (direito) e 2013 (esquerdo), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-S-SSE. Fonte: PEREIRA (2012 e 2013).	17
Figura 5 - Vista da superfície aboral da <i>Mellita quinquiesperforata</i> . Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.	19
Figura 6 - Vista da superfície oral da <i>Mellita quinquiesperforata</i> . Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.	20
Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: GOOGLE EARTH, modificado pelo autor.	22
Figura 8 - Distância entre os canais. Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.	23
Figura 9 - Desenho esquemático de <i>Mellita quinquiesperforata</i> , demonstrando as medidas realizadas. C - comprimento (medida antero-posterior); L - largura (maior medida perpendicular ao comprimento). Fonte: Google, modificado pelo autor.	24
Figura 10 - Média anual de Bolachas-do-Mar por trecho da praia.	27
Figura 11 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com as estações do ano.	28
Figura 12 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a direção dos ventos.	30
Figura 13 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a maré.	31
Figura 14 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a fase da lua.	32
Figura 15 - Projeções dos dois primeiros eixos canônicos obtidos da contagem das Bolachas-do-Mar. Os pontos representam as projeções das amostras (scores), enquanto que os pesos (loadings) as variáveis abióticas são mostrados pelas linhas	

e os pesos das bióticas estão representados pelas letras. Os dois primeiros eixos explicam 85,2% da variância total dos dados. 33

Figura 16 - Análise de agrupamento utilizando os pesos das variáveis bióticas da CCA..... 34

Figura 17 - Diâmetro médio das Bolachas-do-Mar. 35

Figura 18 - Demonstração da ação dos ventos em relação às ondas com direcionamento da sedimentação em direção para a Ponta da Praia. 36

Figura 19 - Demonstração da ação dos ventos em relação às ondas com direcionamento da sedimentação em direção aos trechos Canal 2 ao Emissário. ... 37

Figura 20 - Rosas dos Ventos de Verão e Inverno de 2002. As setas apresentam as direções dos ventos predominantes em cada estação. Fonte: BAPTISTELLI, 2008 apud CODESP 2002, modificado..... 37

Figura 21 - Áreas de sedimentação, correntes entre praias de Santos e de sedimentos depositados em cada canal. Em pontilhado, área que sofre invasão do mar durante as marés altas de tempestades. Fonte: MAGINI et al. 2007. 38

Figura 22 - Circulação da Baía de Santos nas fases enchente e vazante na superfície, meia profundidade e fundo. Fonte: SONDOTÉCNICA (1977 apud BAPTISTELLI, 2008). 39

Figura 23 - Agrupamento das praias de Santos, segundo deposição de resíduos sólidos em marés de sizígia de março de 2017. Fonte: CARMINATTO et al. (2017). 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contagem de Bolachas-do-Mar com informações das datas, fase da lua e vento predominante no dia.	26
Tabela 2 - Registros da contagem de Bolachas-do-Mar em relação às estações do ano.....	28
Tabela 3 - Registros da contagem de Bolachas-do-Mar em relação à direção dos ventos.....	29
Tabela 4 - Registros da contagem das Bolachas-do-Mar em relação às marés	30
Tabela 5 - Registros da contagem das Bolachas-do-Mar em relação às fases da lua	31
Tabela 6 - Tamanho médio das Bolachas-do-Mar com informações de data, lua, maré e vento	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO.....	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
	3.1 ÁREA DE ESTUDO	22
	3.2 COLETA DE DADOS	23
	3.3 ANÁLISE DE DADOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A região litorânea do Estado de São Paulo apresenta um relevo, cuja conformação topográfica evidencia a presença da Serra do Mar associada às inúmeras enseadas e baías, produzindo ambientes costeiros com recortes variados. Os limites desses ambientes, além de irregulares, são propícios ao estabelecimento de faunas marinhas particulares, estabelecidas em função das características abióticas, bem como das necessidades ecológicas de cada espécie. As distribuições espaciais dos organismos marinhos são influenciadas pelas ações conjuntas de diferentes fatores ambientais, determinando as ocupações e as restrições em áreas mais localizadas (MANTELATTO et al., 1995).

O padrão de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição na área em estudo, em termos de frequência de ocorrência dentro das unidades amostrais coletadas. O conhecimento do padrão de distribuição espacial de indivíduos é importante, pois permite a inferência sobre a ecologia das espécies e pode subsidiar atividades de manejo e conservação dos recursos naturais.

Regiões costeiras como as praias e os estuários representam importantes áreas de alimentação, crescimento e reprodução para diferentes espécies da fauna marinha (ANDERSON JR. et al., 1977; MCLACHLAN & ERASMUS, 1983; PAIVA FILHO & TOSCANO, 1987; BROWN & MCLACHLAN, 1990), podendo ser caracterizada como uma área de transição ecológica entre os ambientes terrestre e marinho, contribuindo para a dinâmica local e para a manutenção da biodiversidade (MONTEIRO-NETO et al., 2008).

Vários motivos justificam o interesse pelo conhecimento da fauna de praias. Muitas espécies têm importância econômica direta, como é o caso dos crustáceos e moluscos utilizados na alimentação humana ou como isca para pesca, a estes somados os poliquetas, que também constituem rica fonte de alimento para alguns organismos, principalmente peixes, crustáceos e aves (AMARAL et al., 1994). Além disso, diversos estudos têm demonstrado a relevância da utilização de comunidades bentônicas na avaliação da qualidade ambiental.

A variação na distribuição, composição e estrutura das comunidades bentônicas de praias arenosas tem sido relacionada a mudanças em parâmetros ambientais, como precipitação e temperatura (LEBER, 1982). A geomorfologia das praias arenosas resulta da ação de fatores como vento, ondas e marés, que

associados determinam a granulometria do sedimento (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Geralmente, quanto maior o tamanho do grão de sedimento, mais íngreme o perfil da praia (VILLWOCK, 1994), sendo a diversidade e abundância biológicas inversamente proporcionais ao tamanho do grão de sedimento (MCLACHLAN, 1983).

Considerado o mais amplo dos ecossistemas sedimentares costeiros, o habitat das praias arenosas é um ambiente marcado fisicamente por alto dinamismo, diretamente influenciado por fatores abióticos como regimes de marés, altura das ondas, incidência de luz, regime de ventos, entre outros (Davis, 1985). As marés são variações verticais periódicas do nível do mar resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra, como mostra a figura 1 (CEM/UFPR 2017). O que determina a época em que elas estarão mais ou menos cheias é a posição desses dois astros em relação a Terra. Quanto mais alinhado estiver o sol, a lua e a Terra maior será o efeito na massa marítima, causando, conseqüentemente, uma alta nas marés – como é o caso da lua nova. Na lua minguante, a influência do Sol e da Lua nas marés oceânicas diminuem, e é quando estas se ‘equilibram’. Na fase Cheia da lua, ela viaja de novo para uma posição em que se alinha com o Sol e a Terra, provocando uma nova alta das marés. E na fase Crescente, a Lua e o Sol formam um ângulo reto de 90° e é quando a gravitação lunar se opõe à solar – elas só não se anulam porque a Lua, mais perto da Terra, exerce maior poder de atração. As diferenças de nível entre as marés alta e baixa são muito menores nessa fase (CEM/UFPR 2017).

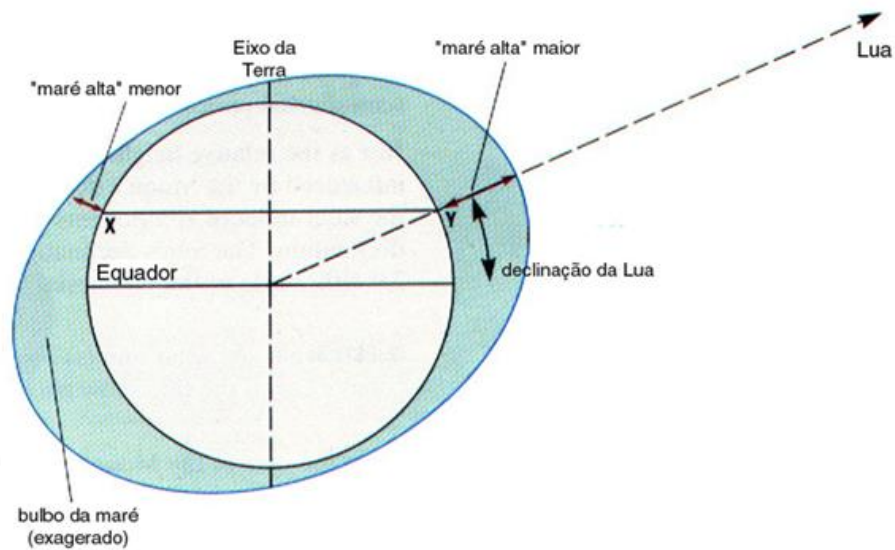


Figura 1 - Demonstração das marés em à lua, sol e terra.

Fonte: CEM/UFPR.

As ondas se formam assim que o vento começa a soprar no mar, ocorre uma colisão entre as moléculas, iniciando-se um processo de transferência de energia entre o ar e o mar (figura 2). Surgem pequenas deformações com comprimento de 1 a 2 cm, conhecidas por ondas capilares. A superfície do mar torna-se rugosa. Se o vento cessar, a rugosidade também cessa imediatamente. As deformações aumentam se o vento continuar soprando, e se transformam em pequenas ondas com uma parte elevada chamada crista, e uma depressão chamada cavado. Neste estágio, se o vento cessar elas continuarão a ter vida própria e se propagarão pela superfície. Quanto maior for a velocidade do vento, maiores serão as ondas (CEM/UFPR).

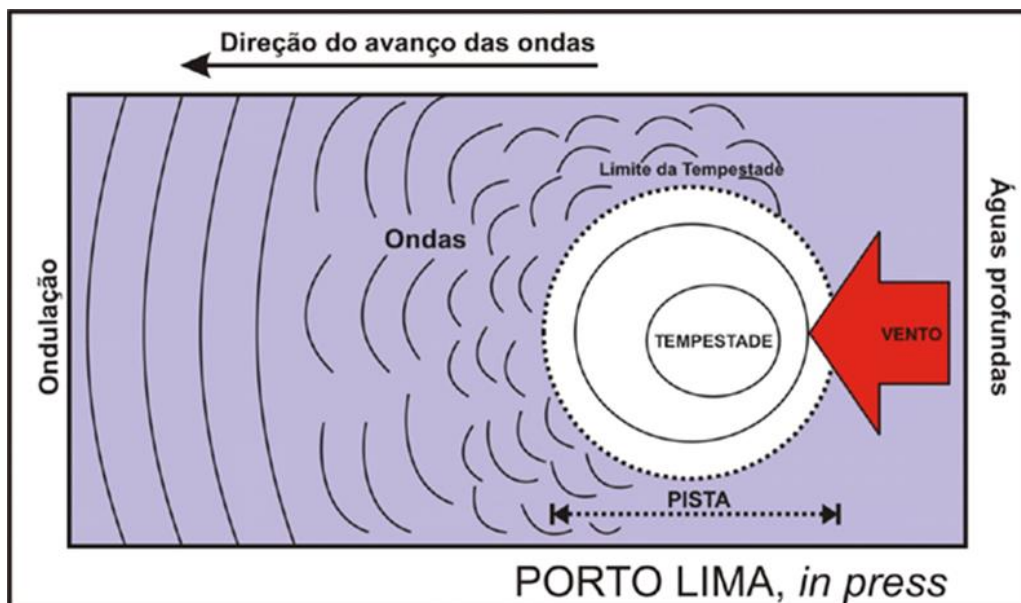


Figura 2 - Demonstração da formação das ondas pelo vento.
Fonte: CEM/UFPR.

A Baía de Santos está orientada para Sul-Sudoeste, e é abrigada totalmente das ondas de Leste, parcialmente das ondas de Sudeste e exposta às ondas de Sul e Sudoeste. A região está sujeita à entrada frequente de frentes frias, devido à sua disposição geográfica, com entrada de ventos e correntes de direção Sul (MAGINI et al., 2007). Sendo que, no verão as ondulações de leste e sudeste predominam e no inverno ondulações de predominante sul e sudoeste incidem em toda extensão das praias, como mostram as figuras 3 e 4 (PEREIRA, 2012, 2013), sendo que geograficamente há alternância da incidência de ondas ao longo da costa.

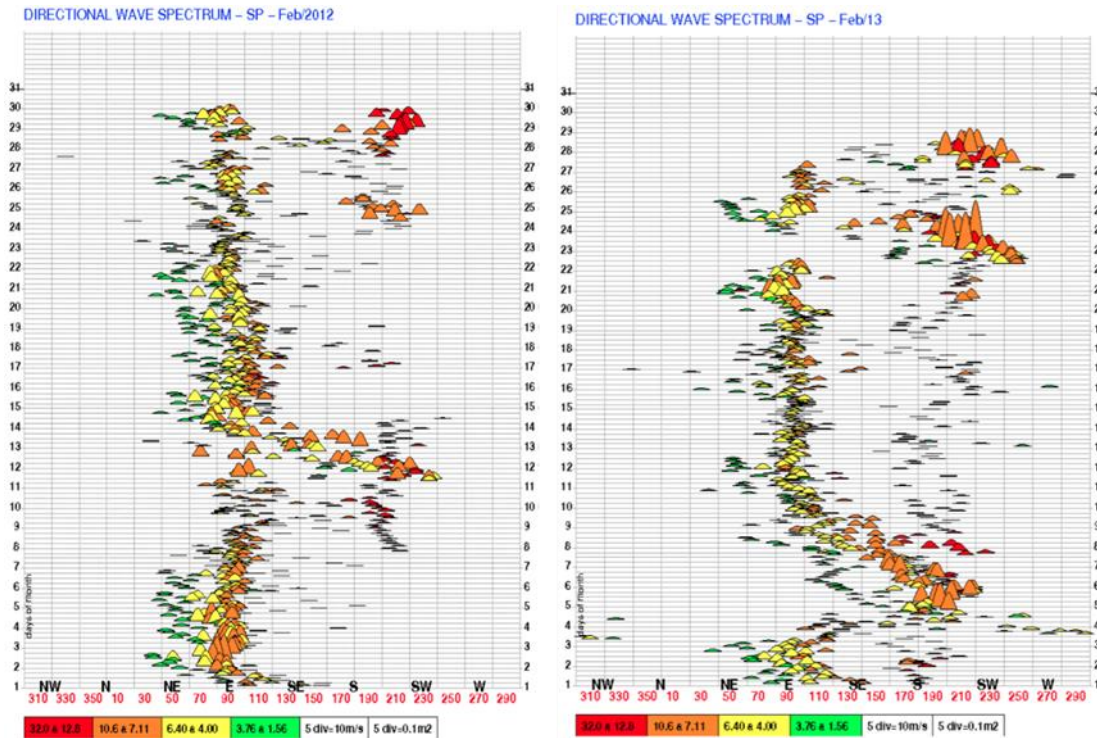


Figura 3 - DAAT/PLEDS com direção em graus em segundos e períodos e ondas, registrados no verão de 2012 (esquerdo) e 2013 (direito), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção EDE-E-ENE.

Fonte: PEREIRA (2012 e 2013).

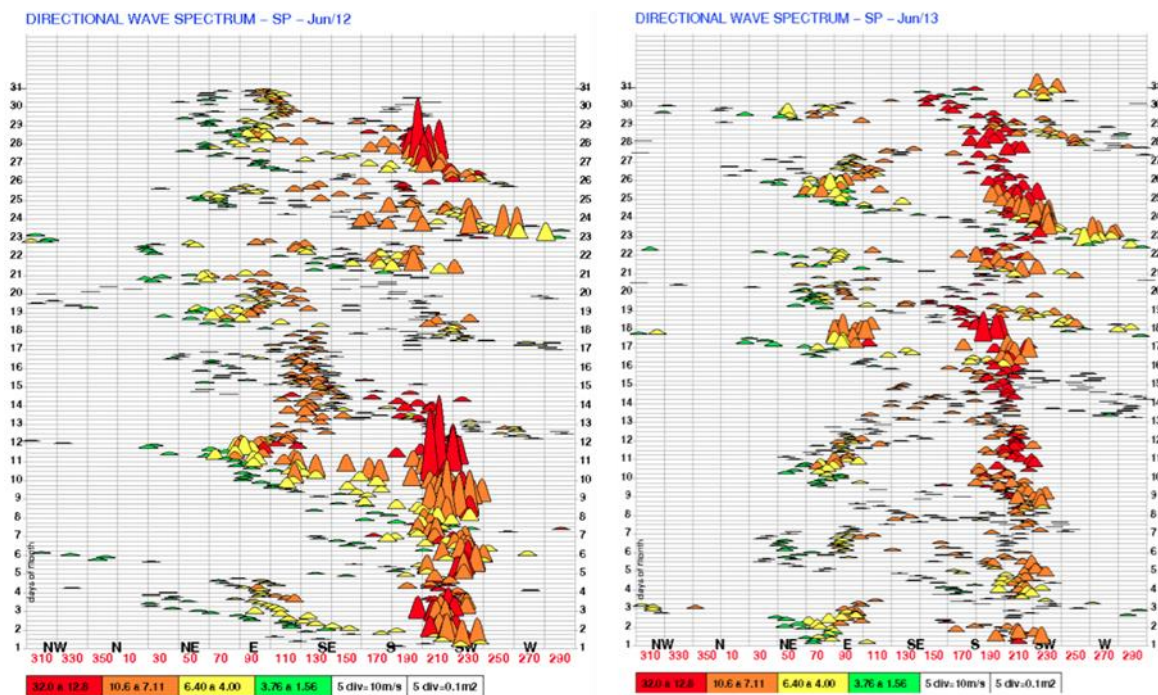


Figura 4 - Direção em graus e período em segundos das ondas registradas no inverno de 2012 (direito) e 2013 (esquerdo), mostrando a maior incidência de ondas advindas da direção SSW-SSE.

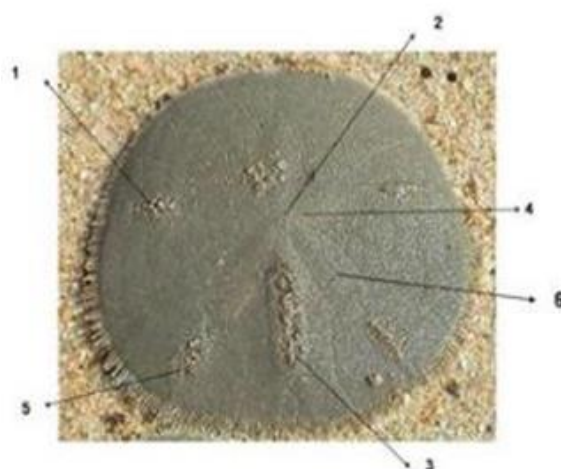
Fonte: PEREIRA (2012 e 2013).

Dentre outros fatores, a flutuação do nível de água com a fase lunar, apresenta influência sobre as comunidades da fauna marinha (LAROCHE et al., 1997). Todas essas variações atuam em conjunto e podem alterar habitats em curto espaço de tempo (dias a semanas), e conseqüentemente a distribuição das espécies e os níveis de densidade podem ser modificados (ROZAS & MINELLO, 1997; KRUMME et al., 2008), bem como a estrutura trófica e habitats de alimentação (WILSON & SHEAVES, 2001; KRUMME et al., 2004).

A fauna bentônica das praias de Santos é composta por animais com distribuição agregada que, conforme BROWN & MCLACHLAN (1990) descrevem, a epifauna (epipsamon ou epipsamose) e a infauna (endopsamon ou endopsamose) e, com relação ao tamanho, a macrofauna, meiofauna e microfauna. Devem ser também incluídos organismos que visitam temporariamente a praia e/ou dela dependem como essencial fonte de alimento. A macrofauna está representada pela maioria dos grupos taxonômicos entre estes, os numericamente mais importantes são Polychaeta, Mollusca e Crustacea e Echinodermata. Este último grupo, merece destaque pela grande abundância de Bolachas-do-mar (*Mellita quinquesperforata*), que são lançadas ao supra litoral devido à ação das variações ambientais.

Os equinodermos são animais marinhos pertencentes ao filo Echinodermata (echinos, espinhos; derma, pele). O filo contém cerca de 7000 espécies atuais “vibrantes”, constituindo o maior grupo de invertebrados deuterostômios (BRUSCA; BRUSCA, 2006). São conhecidos como grupos gerais de Echinodermata: Crinoidea (lírios-do-mar), Holothurioidea (holotúrias e pepinos-do-mar), Ophiuroidea (ofiúro), Asteroidea (Estrelas-do-Mar) e Echinoidea (Ouriços-do-Mar e Bolachas-do-mar). A classe Echinoidea é caracterizada por animais que possuem um corpo esférico ou achatado, o qual não se estende formando braços. A superfície da carapaça está coberta por espinhos móveis articulados. A carapaça dos equinóides encontra-se organizada em meridianos por zonas ambulacrárias, onde se encontram os pés ambulacrários, alternadas com zonas interambulacrárias. As larvas dos equinóides são planctônicas e designam-se por equinoplúteo. Após a metamorfose, os equinóides passam a ter forma de vida bentônica. Os representantes dessa classe são os ouriços-do-mar e as Bolachas-do-mar (RUPPERT; BARNES, 2006). A espécie *Mellita quinquesperforata* é a mais comum “Bolacha-do-Mar”, sua distribuição geográfica estende-se da costa do Estado de Massachusetts, no norte dos Estados Unidos, passando pelo Golfo do México e Brasil, até a Costa Oeste da

Índia, fato que demonstra o caráter cosmopolita do animal, evidenciando a sua grande adaptabilidade a diferentes condições ambientais (HAROLD; TELFORD, 1990). Costuma habitar a região do sublitoral, próximo à arrebentação das ondas de ambientes inconsolidados e tende a apresentar comportamento gregário. Particularidades morfológicas, como a forma cônico-achatada e a presença de lúnulas têm sido consideradas adaptações hidrodinâmicas na exploração desses ambientes (BORZONE et al., 1997). As Bolachas-do-Mar são animais bentônicos que possuem o corpo achatado, boca localizada na região voltada para o substrato (região oral), e ânus localizado na região superior (região aboral). Elas possuem o formato de um disco circular e cinco lúnulas na superfície do corpo, duas dispostas paralelamente e três numa porção inferior do animal, onde a lúnula do meio é a maior de todas, característica típica da espécie (BORZONE; TAVARES, 1998; RIBEIRO-COSTA; ROCHA, 2002). A locomoção desses animais é realizada pela movimentação dos espinhos e pés ambulacrais, os quais se distribuem por todo o corpo. Eles se alimentam de algas e de detritos orgânicos capturados pelos pés ambulacrais (BORZONE; TAVARES, 1998). São animais dióicos e apresentam fecundação externa e desenvolvimento indireto, sendo os gametas expelidos na água, onde ocorre a fertilização (TAVARES; BORZONE, 2006) (Figuras 5 e 6). Fatores ambientais e o controle interno dos indivíduos são mecanismos reguladores da periodicidade e da extensão do ciclo gametogênico. Tais mecanismos agindo isolados ou em associação podem atuar sincronizando ou direcionando a época reprodutiva (PEARSE; CAMERON, 1991).



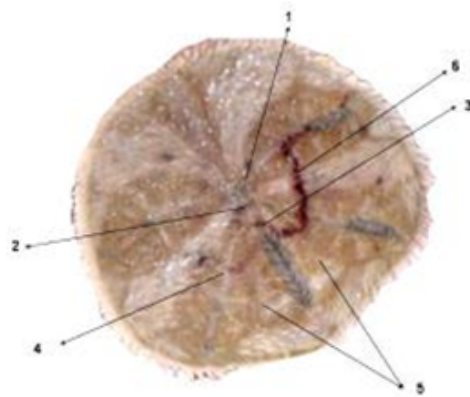
Forma de disco chato e um tanto convexo que apresenta espinhos móveis e delgados recobertos por uma fina camada de pele, mostrando também, no meio da sua parte superior de sua carapaça, uma estrela pentagonal.

1. Lúnula
2. Madrepolito
3. Lúnula anal
4. Gonóporo
5. Lúnula
6. Petalóides

Figura 5 - Vista da superfície aboral da *Mellita quinquesperforata*.

Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.

Lado ventral/dorsal. Boca na parte inferiorcentral do corpo. Movimentação sobre a areia - sistema ambulacrario (ambulacral ou ainda por sistema hidrovacular). Um conjunto de canais, ampolas e pés especiais modificados em brânquias por onde a água do mar circula, sendo responsável por diversas funções. Circulação contracorrente. Atua principalmente na locomoção.



1. Boca
2. Anus
3. Periprocto
4. Canais ambulacraes
5. Interambulacros
6. (anomalia/acidente)

Figura 6 - Vista da superfície oral da *Mellita quinquesperforata*.

Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.

É reconhecida a importância de *Mellita quinquesperforata* como agente modificador das propriedades texturais do sedimento, principalmente na atividade de bi turbção da meiofauna. Devido a sua capacidade de escavar o sedimento, a espécie influencia a atividade microbiana pela alteração do tamanho dos detritos, pela homogeneização e ressuspensão dos sedimentos, pela regeneração de nutrientes minerais, pelo aumento da camada de atividade oxirredução e pela redução da zona anaeróbica do sedimento. Como consequência, eleva-se a biomassa microbiana e altera-se a estrutura das comunidades de eucariontes (WHITE et al., 1980, FINDLAY;WHITE, 1983; REIDENAUER, 1989).

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência da *Mellita quinquiesperforata* nas praias da cidade de Santos, estado de São Paulo, com o intuito de verificar padrões de distribuição espacial das mesmas, relacionando-os com mudanças temporais sazonais (estações do ano, direção dos ventos) e circadianas (marés, fase lunar).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Santos localiza-se na porção central do litoral São Paulo, região Sudeste do Brasil, possui abertura voltada SE-S (Figura 7) e uma barra com aproximadamente 12 km de extensão, sendo sua área total de 30 km² (DHN,2003). Nesta baía encontra-se a área em estudo, as praias de Santos, que se estendem por 5,5 km.

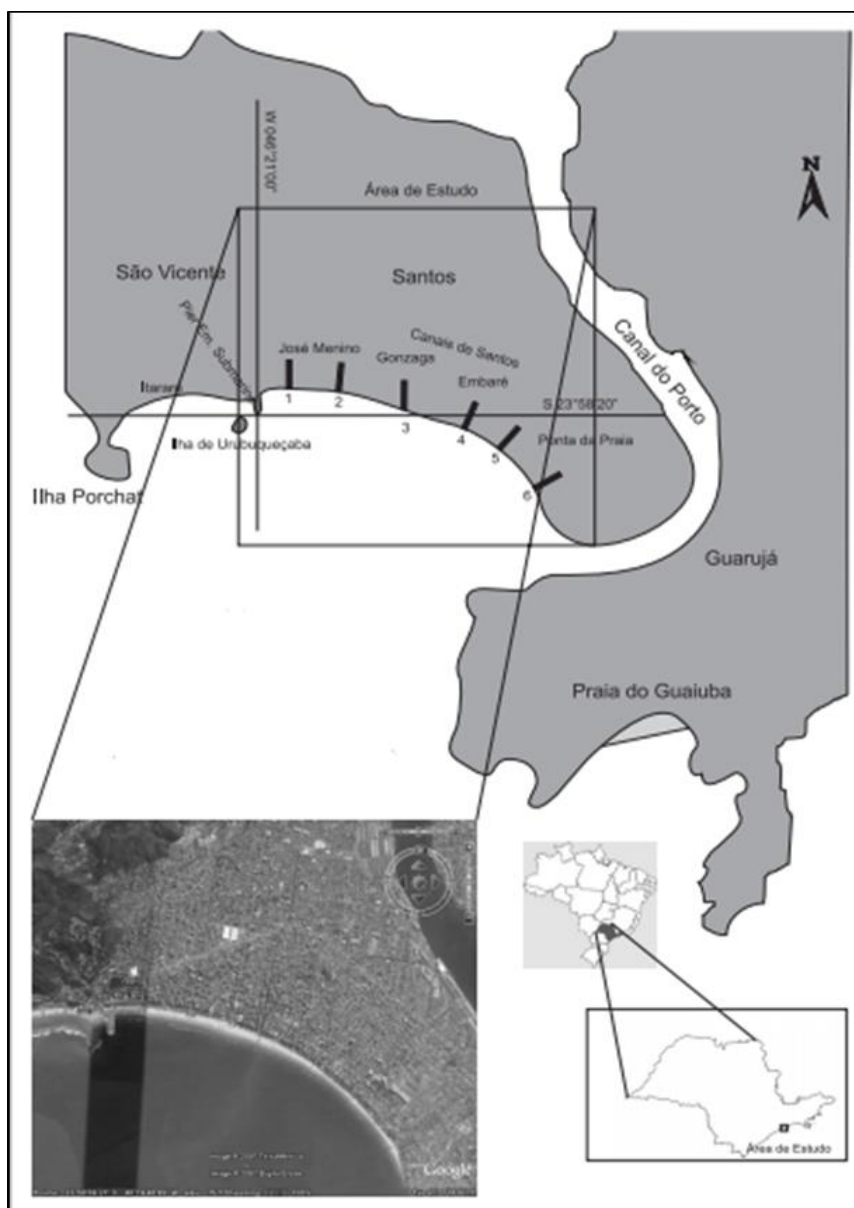


Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: GOOGLE EARTH, modificado pelo autor.

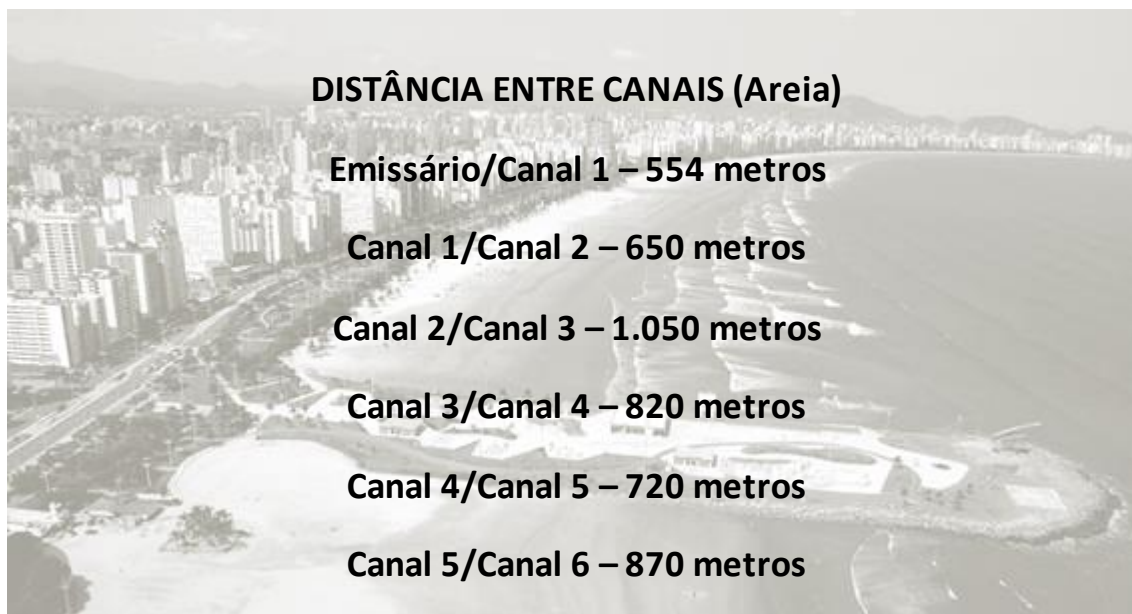


Figura 8 - Distância entre os canais.
 Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor.

Todas as praias de Santos constituem-se em extensas faixas arenosas, com sedimentos de granulação fina, homogênea e com declividade de sub-horizontais (inclinação $<10^\circ$), o que as caracteriza como do tipo dissipativo e possuem seu limite mais profundo (*of-shore*) na ponta do Emissário a sul da Ilha de Urubuqueçaba, este formando o quebra mar (*off-shore*) (McLACHLAN.& ERASMUS,1983)

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

3.2 COLETA DE DADOS

Para a obtenção dos dados para a análise da distribuição espacial das Bolachas-do-Mar (*Mellita quinquisperforata*) nas praias de Santos foram realizadas 24 saídas de campos diurnas, entre os meses de Março de 2015 e Março de 2016. O levantamento dos dados consistiu em dois processos, a contagem dos indivíduos e a biometria das Bolachas-do-Mar inteiras. A contagem dos indivíduos era realizada durante o percurso de ida e a biometria durante o retorno do Emissário ao Canal 6. Dentre as 24 saídas de campos, 5 delas as coletas de dados, contagem e biometria,

prosseguiram até a Pedra da Feiticeira – divisa entre as cidades de Santos e São Vicente a 596 m do Emissário, motivada pela situação atípica do momento.

Através de caminhada realizada no limite do mar (supralitoral), dentro de uma faixa de largura de 10m (5m de cada lado da linha do deixa), a contagem dos indivíduos era realizada, começando na Ponta da Praia, próximo ao Canal 6, em direção a Ilha de Urubuqueçaba, finalizando na Pedra da Feiticeira, próximo à divisa com o município de São Vicente. Para registro espacial, o percurso foi dividido em trechos limitados pelos canais de drenagem, que desaguam no mar. As praias do presente estudo foram subdivididas de leste para oeste e com diferentes distâncias entre os canais (Figuras 7 e 8), totalizando uma área de análise em 4.664 m².

Para a medida dos indivíduos, foi utilizado um paquímetro de precisão 0,1mm para tomada das medidas de comprimento e largura (Figura 9), dados também separados pelos trechos definidos pelos canais de drenagem.

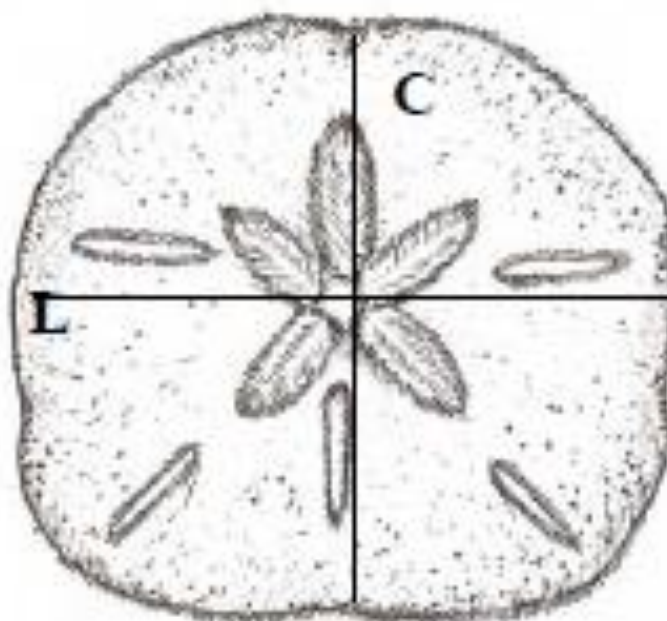


Figura 9 - Desenho esquemático de *Mellita quinquiesperforata*, demonstrando as medidas realizadas. C - comprimento (medida antero-posterior); L - largura (maior medida perpendicular ao comprimento).

Fonte: Google, modificado pelo autor.

Foi utilizada a largura da carapaça como medida de comprimento, por ser mais adequada para análise dos incrementos de crescimento, visto que, segundo Borzone (1992), esta medida é feita em uma região do corpo menos sujeita a lesões quando são comparadas as regiões anterior e posterior do organismo.

Antes de todas as saídas de campo era verificada a lua, a tábua da maré e a direção do vento através de site – *AccuWeather*, que fornece serviço de previsão do tempo multiplataforma, e anotado em caderno de anotações junto com a contagem de indivíduos e a biometria daqueles inteiros medidos.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Com os dados coletados foi elaborado uma tabela com todas as variáveis ambientais e os dados foram organizados de acordo com as mudanças temporais sazonais (estações do ano, direção dos ventos) e circadianas (marés, fase lunar) realizando os histogramas.

Foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica para verificar a interação das variáveis no conjunto de dados.

Com os valores obtidos na ACC foi elaborado um dendograma através de uma análise de agrupamento para verificar similaridades entre os trechos da praia estudada.

Com as medidas das Bolachas-do-Mar foram calculados os diâmetros médio nos diferentes trechos e elaborado um histograma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 3552 Bolachas-do-Mar durante o período do presente estudo. A tabela 1 apresenta as informações abióticas obtidas nas coletas (data, fase lunar, altura da maré e direção dos ventos predominantes) e o número de indivíduos contidos na faixa de 5m de cada lado da linha “do deixa”, separados por trechos das praias de Santos (SP).

Tabela 1. Contagem de Bolachas-do-Mar com informações das datas, fase da lua e vento predominante no dia.

DATA	LUA	MARÉ	VENTO	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1- EMISSÁRIO	EMISSÁRIO - PEDRA DA FEITICEIRA	TOTAL
05/03/2015	CHEIA	0,2	NNW	0	12	13	28	119	59	30	261
06/03/2015	CHEIA	0,2	NNW	3	12	9	30	99	47	31	231
13/03/2015	MING	0,8	NNE	1	12	23	106	72	3	0	217
20/03/2015	NOVA	0,2	SSW	60	135	25	27	150	9	7	413
27/03/2015	CRESC	0,7	SSW	1	7	15	44	85	11	5	168
24/04/2015	NOVA	0,5	WNW	0	1	7	15	25	0	0	48
14/05/2015	MING	0,4	ENE	1	2	7	4	4	0	0	18
16/05/2015	NOVA	0,3	NNE	0	28	44	79	67	18	0	236
04/06/2015	CHEIA	0,1	ESE	0	0	0	3	0	0	0	3
11/06/2015	MING	0,6	NNW	2	0	3	3	0	0	0	8
31/07/2015	CHEIA	-0,1	ESE	152	11	20	17	0	0	0	200
14/08/2015	NOVA	0,1	NNE	15	50	54	28	28	0	0	175
02/10/2015	CHEIA	0,5	ESE	8	68	31	46	0	4	0	157
08/10/2015	MING	1,3	NNE	6	51	72	53	23	0	131	336
13/11/2015	NOVA	0,3	ESE	2	10	15	5	3	2	0	37
20/11/2015	CRESC	1,2	NNW	3	5	3	15	4	1	0	31
27/11/2015	CHEIA	0,4	ESE	4	27	53	37	39	58	0	218
10/12/2015	MING	0,3	ESE	6	25	20	0	0	0	0	51
26/12/2105	CHEIA	0,6	SSW	111	43	0	0	0	0	0	154
01/01/2016	CHEIA	1	ESE	4	15	0	0	0	0	0	19
09/02/2016	NOVA	1	ESE	62	160	130	0	0	0	0	352
26/02/2016	CHEIA	0,3	ESE	0	0	0	24	20	5	0	49
20/03/2016	CRESC	1	ENE	7	8	10	0	0	0	0	25
26/03/2016	CHEIA	0,3	NNE	23	20	102	0	0	0	0	145
TOTAL				471	702	656	564	738	217	204	3552
MÉDIA				19,63	29,25	27,33	23,50	30,75	9,04	8,50	148,00
DESVIO PADRÃO				38,80	40,87	33,65	27,21	44,02	18,26	27,47	120,28

No trecho da Ponta da Praia, entre os canais 6 e 5, foram registrados no total 471 indivíduos, com uma média de 19,63 indivíduos por coleta, com um desvio padrão de 38,8 indivíduos por coleta (Figura 10). O trecho compreendido entre os canais 5 e 4 (Canal5-4) conteve 702 indivíduos no total, com uma média de 29,25 indivíduos/coleta e desvio padrão de 40,87 indivíduos/coleta. Entre o Canal 4-3 foram registrados 656 indivíduos, com uma média de 27,33 indivíduos/coleta e desvio padrão de 33,65 indivíduos/coleta. No trecho do Canal 3-2 foram registrados 564 indivíduos, com uma média de 23,5 indivíduos/coleta e desvio padrão de 27,21 indivíduos/coleta. No trecho Canal 2-1 foram registrados 738 indivíduos, com uma média de 30,75 indivíduos/coleta e desvio padrão de 44,02 indivíduos/coleta. Entre o Canal 1 e Emissário foram registrados 217 indivíduos, com uma média de 9,04 indivíduos/coleta e desvio padrão 18,26 indivíduos/coleta. No trecho entre o Emissário e a Pedra da Feiticeira foram registrados 204 indivíduos, com uma média de 8,5 indivíduos/coleta e desvio padrão de 27,47 indivíduos/coleta. No período de 05 de Março de 2015 a 26 de Março de 2016 foram realizadas 24 saídas de campo entre o trecho do Canal 6-5 ao Emissário-Pedra da Feiticeira, totalizando no período 3552 indivíduos, com média de 148 indivíduos/coleta e desvio padrão de 120,28 indivíduos/coleta.

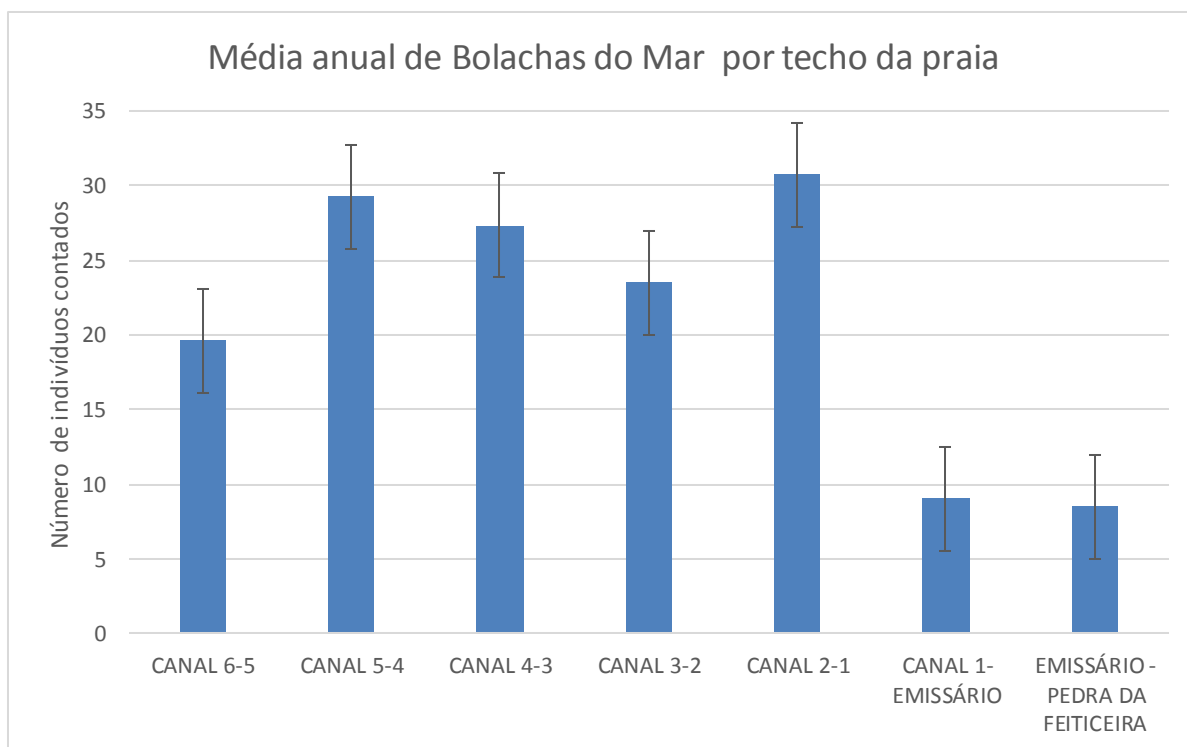


Figura 10 - Média anual de Bolachas-do-Mar por trecho da praia.

Os registros da contagem das Bolachas-do-Mar foram separados de acordo com as mudanças temporais sazonais (estações do ano, direção dos ventos) e circadianas (marés, fase lunar).

Tabela 2. Registros da contagem de Bolachas-do-Mar em relação às estações do ano.

ESTAÇÃO DO ANO	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1-EMISSIONÁRIO	EMISSIONÁRIO - PEDRA DA FEITICEIRA	TOTAL
OUTONO	94	201	213	175	331	38	12	1064
INVERNO	167	61	74	45	28	0	0	375
PRIMAVERA	29	186	194	156	69	65	131	830
VERÃO	181	254	175	188	310	114	61	1283
TOTAL	471	702	656	564	738	217	204	3552

Em relação aos dados separados por estações do ano, no Verão foram registrados o maior número, 1.283 indivíduos/coleta (Figura 11), predominando a quantidade no trecho entre o Canal 2-1 com 310 indivíduos/coleta, seguindo o Outono com o registro de 1064 indivíduos/coleta, predominando o trecho entre o Canal 2-1 com 331 indivíduos/coleta. Na Primavera foram registrados 830 indivíduos/coleta, sem predominância entre os trechos do Canal 6 a Pedra da Feiticeira. No inverno foram registrados 375 indivíduos/coleta sendo que, 167 indivíduos apenas entre o trecho da Ponta da Praia - Canal 6-5.

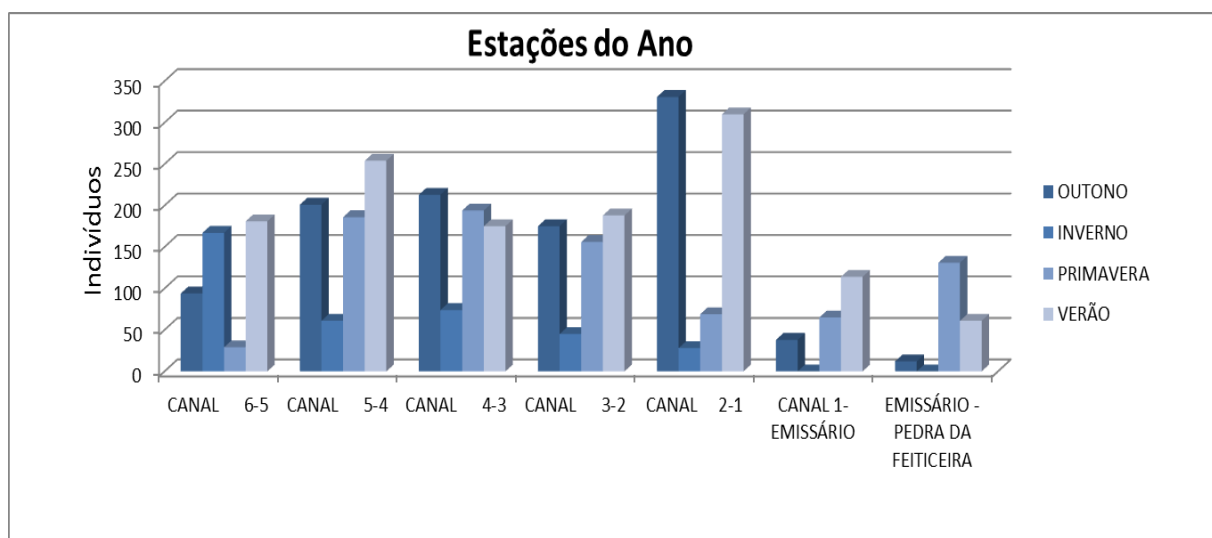


Figura 11 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com as estações do ano.

Tabela 3. Registros da contagem de Bolachas-do-Mar em relação à direção dos ventos.

VENTO	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1- EMISSÁRIO	EMISSÁRIO - PEDRA DA FEITICEIRA	TOTAL
NNE (NORTE - NORDESTE)	45	161	295	266	190	21	131	1109
ENE (LESTE - NORDESTE)	8	10	17	4	4	0	0	43
ESE (LESTE - SUDESTE)	238	316	269	132	62	69	0	1086
SSW (SUL - SUDOESTE)	172	185	40	71	235	20	12	735
WNW (OESTE - NOROESTE)	0	1	7	15	25	0	0	48
NNW (NORTE - NOROESTE)	8	29	28	76	222	107	61	531
TOTAL	471	702	656	564	738	217	204	3552

Nas saídas de campo foram registradas 6 direções dos ventos, sendo: NNE (Norte-Nordeste), ENE (Leste-Nordeste), ESE (Leste-Sudeste), SSW (Sul-Sudoeste) WNW (Oeste-Noroeste) e NNW (Norte-Noroeste). Em relação à quantidade de indivíduos contados de acordo com a direção dos ventos, foi registrada a predominância quando o vento estava na direção NNE (Norte-Nordeste) com 1.109 indivíduos/coleta (Figura 12) sendo distribuído o maior número no trecho entre o Canal 4-3, 295 indivíduos/coleta e no trecho entre o Canal 3-2, 266 indivíduos/coleta. Com o vento na direção ESE (Leste-Sudeste) foi contabilizado o segundo maior número, 1.086 indivíduos/coleta, predominando a quantidade de indivíduos nos trechos que compreende a Ponta da Praia, Canal 6-5 ao Canal 4-3 sendo distribuídos: Canal 5-4, 316 indivíduos/coleta, Canal 4-3, 269 indivíduos/coleta e Canal 6-5, 238 indivíduos/coleta, nos demais trechos não houve predominância. Na direção dos ventos SSW (Sul-Sudoeste) foram registrados 735 indivíduos/coleta, com a maior quantidade contada no trecho Canal 2-1 com 235 indivíduos/coleta. Com o vento na direção NNW (Norte - Noroeste) foram registrados 531 indivíduos/coleta, com os maiores números contabilizados nos trechos Canal 2-1, 222 indivíduos/coleta e Canal 1 – Emissário, 107 indivíduos/coleta, nos demais trechos não foram registrados predominância. Na direção do vento WNW (Oeste-Noroeste) foram registrados 48 indivíduos/coleta e sem predominância entre os trechos e na direção ENE (Leste-Nordeste), 43 indivíduos/coleta e sem predominância entre os trechos.

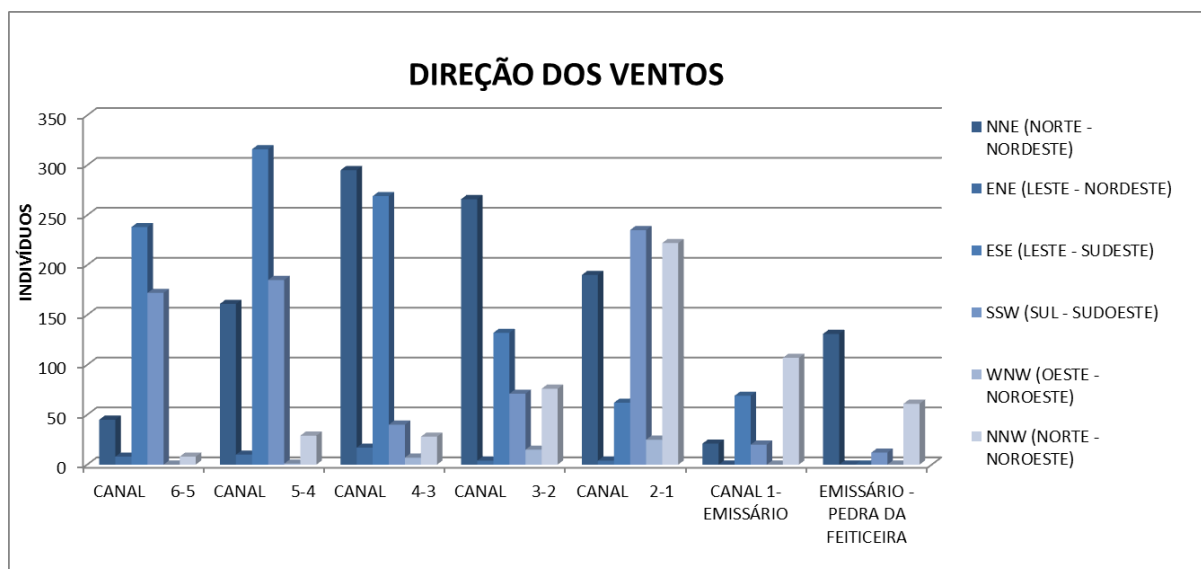


Figura 12 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a direção dos ventos.

A altura da maré na cidade de Santos, SP é denominada como Maré-baixa a altura do mar entre -0,1m a 0,7m e Preia Mar 0,8m a 1,2m (TÁBUA DE MARÉS, 2017).

Tabela 4. Registros da contagem das Bolachas-do-Mar em relação às marés.

MARÉ	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1-EMISSÁRIO	EMISSÁRIO - PEDRA DA FEITICEIRA	TOTAL
MARÉ BAIXA (-0,1 m a 0,7 m)	388	451	418	390	639	213	73	2572
PREIA MAR (0,8 m a 1,2 m)	83	251	238	174	99	4	131	980
TOTAL	471	702	656	564	738	217	204	3552

Na maré baixa foi registrado o maior número de indivíduos, 2.572 indivíduos/coleta, predominando o trecho entre o Canal 2-1, 639 indivíduos/coleta (Figura 13), seguindo para o Canal 5-4 com 451 indivíduos/coleta, Canal 4-3 com 418 indivíduos/coleta, Canal 3-2 com 390 indivíduos/coleta, Canal 6-5 com 388 indivíduos/coleta, Canal 1- Emissário com 213 indivíduos/coleta e Emissário – Pedra da Feiticeira com 73 indivíduos. Na Preia mar foram registrados 980 indivíduos/coleta com predominância de indivíduos entre os trechos do Canal 6-5 até o Canal 3-2 e o trecho do Emissário-Pedra da Feiticeira, sendo distribuídos de acordo com o maior número de indivíduos contados: Canal 5-4, 251

indivíduos/coleta, Canal 4-3, 238 indivíduos/coleta, Canal 3-2, 174 indivíduos/coleta, Emissário/Pedra da Feiticeira, 131 indivíduos/coleta, Canal 2-1, 99 indivíduos/coleta, Canal 6-5, 83 indivíduos/coleta e Canal 1-Emissário, 4 indivíduos/coleta.

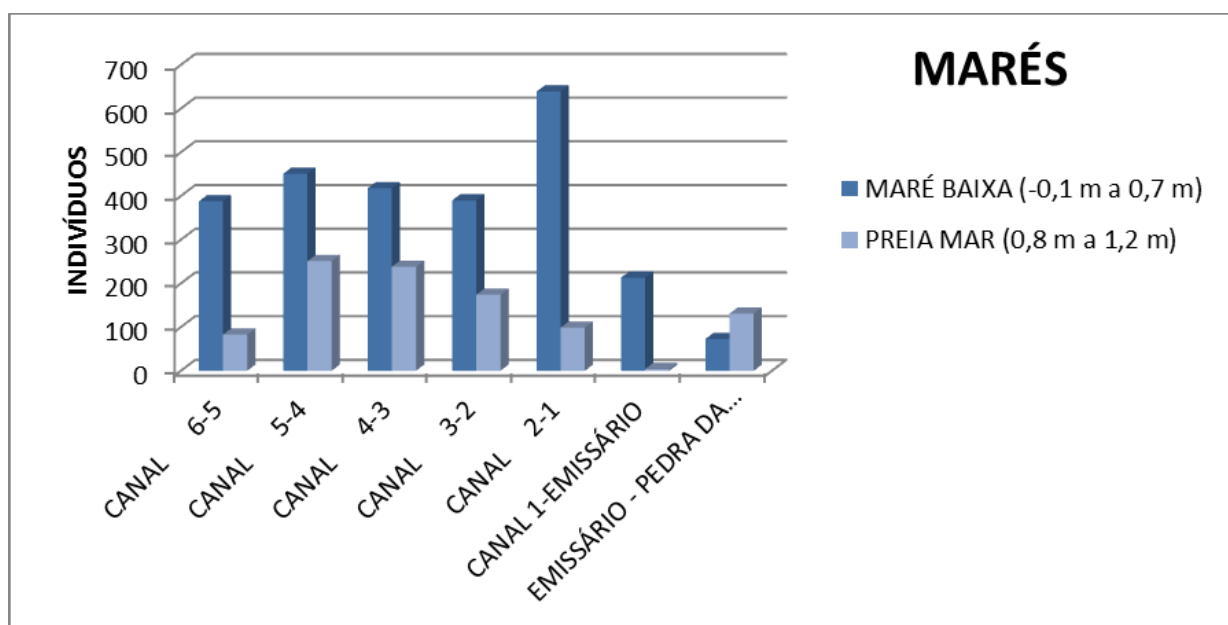


Figura 13 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a maré.

Tabela 5. Registros da contagem das Bolachas-do-Mar em relação às fases da lua.

LUA	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1-EMISSÁRIO	EMISSÁRIO - PEDRA DA FEITICEIRA	TOTAL
NOVA	139	384	275	154	273	29	7	1261
CRESCENTE	11	20	28	59	89	12	5	224
CHEIA	305	208	228	185	277	173	61	1437
MINGUANTE	16	90	125	166	99	3	131	630
TOTAL	471	702	656	564	738	217	204	3552

No registro da contagem das Bolachas-do-Mar em relação às fases da lua, foi observada a predominância de indivíduos nas luas Cheia e Nova sendo, na lua Cheia foi registrado o maior número de indivíduos no trecho Canal 6-5 com 305 indivíduos/coleta (Figura 14), Canal 2-1, 277 indivíduos/coleta, Canal 4-3, 228 indivíduos/coleta, Canal 5-4, 208 indivíduos/coleta, Canal 3-2, 185 indivíduos/coleta, Canal 1-Emissário, 173 indivíduos/coleta e Emissário-Pedra da Feiticeira, 61 indivíduos/coleta. Na lua Nova, foram registrados 1.261 indivíduos/coleta e os

maiores números foram encontrados nos trechos entre o Canal 6-5 ao Canal 2-1 sendo: Canal 5-4, 384 indivíduos/coleta, Canal 4-3, 275 indivíduos/coleta, Canal 2-1, 273 indivíduos/coleta, Canal 3-2, 154 indivíduos/coleta, Canal 6-5, 139 indivíduos/coleta e Emissário-Pedra da Feiticeira, 7 indivíduos/coleta. Foram registrados nas luas Minguante 630 indivíduos/coleta e na lua Crescente 224 indivíduos/coleta sem predominância de indivíduos nos trechos entre o Canal 6 e a Pedra da Feiticeira.

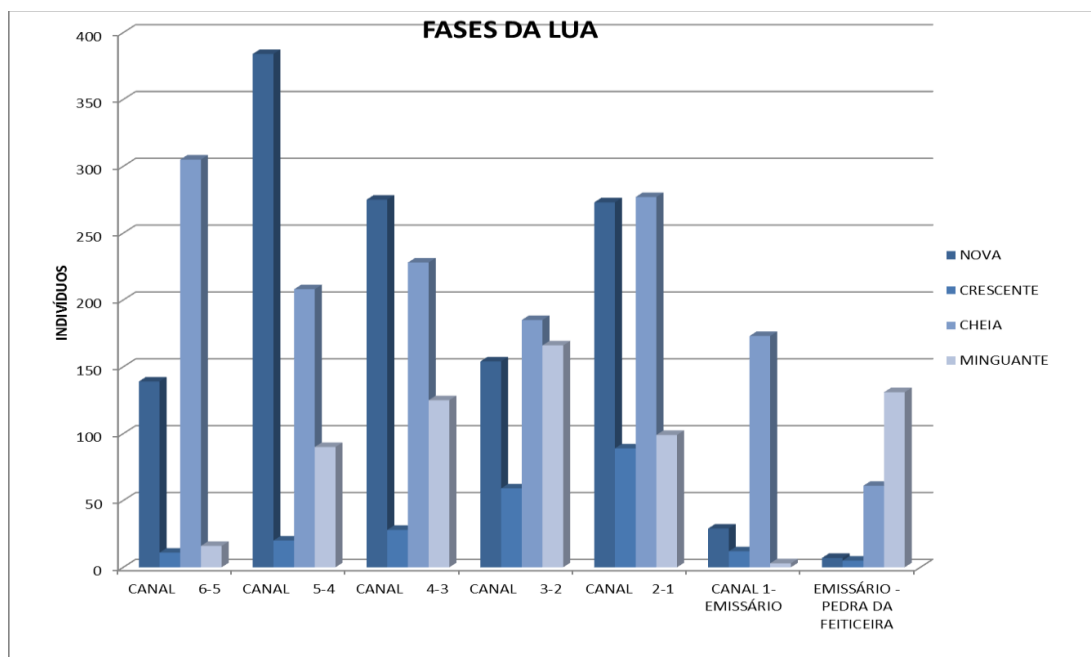


Figura 14 - Contagem das Bolachas-do-Mar registradas de acordo com a fase da lua.

Utilizando as informações sobre estação do ano, fase da lua, altura da maré e direção dos ventos predominantes como variáveis abióticas e o número de Bolachas-do-Mar registradas nos trechos praias, como variáveis bióticas foram realizadas uma Análise de Correspondência Canônica, que resultou no gráfico da Figura 15. Esta análise reuniu num mesmo gráfico as projeções das amostras (pontos), bem como os pesos (*loadings*) das variáveis abióticas e bióticas. Com isto, pode-se verificar que a direção do vento foi a variável que mais interferiu na distribuição das Bolachas-do-Mar na praia de Santos. A altura da maré, em conjunção com a estação do ano e a fase da lua também influenciaram a distribuição destes organismos, principalmente quando a ação dos ventos era menor. Com os pesos das variáveis biológicas, foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico aglomerai-o, mostrando a formação de 4 grupos de localidades (Figura 16). O trecho compreendido entre o Emissário e a Pedra da

Feiticeira mostrou-se distintos das demais localidades. Outros grupos de localidades distintas compreendeu os trechos entre os canais 3 e 5. As localidades externas, na Ponta da Praia e do Emissário ao Canal 3 também se mostraram distintos. Isto sugere que a ação dos ventos é mais intensa nas extremidades praiais, enquanto que no seu centro a maior interferência está relacionada aos movimentos de marés associados às fases da lua e época do ano.

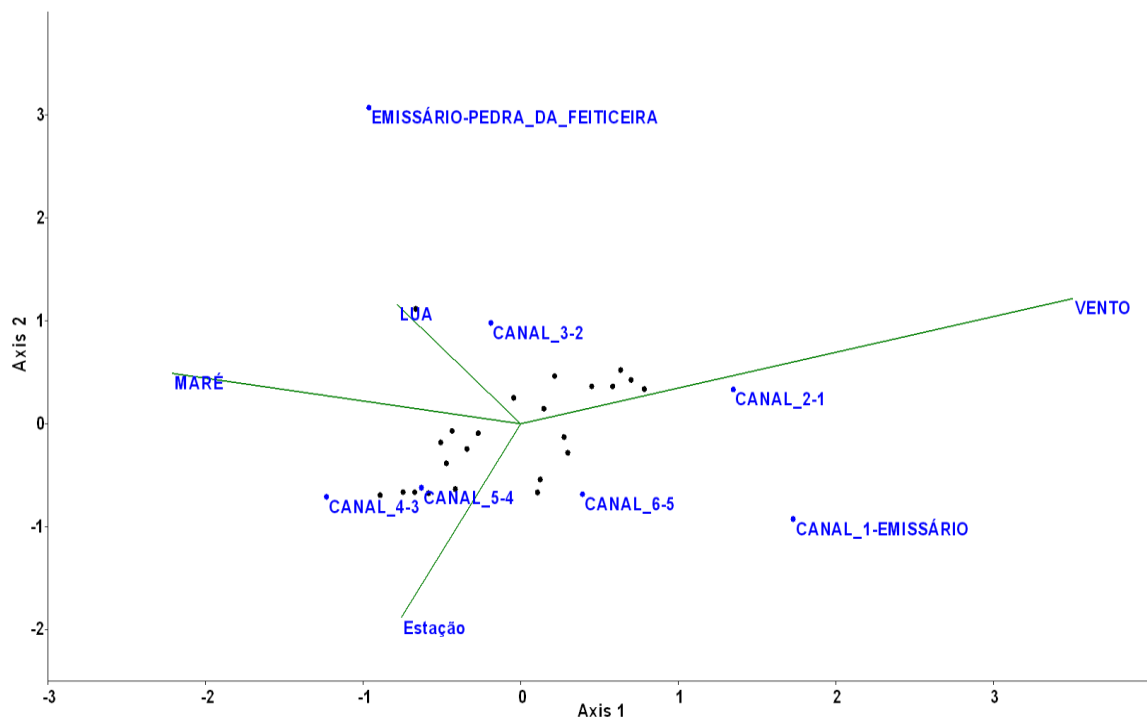


Figura 15 - Projeções dos dois primeiros eixos canônicos obtidos da contagem das Bolachas-do-Mar. Os pontos representam as projeções das amostras (scores), enquanto que os pesos (loadings) as variáveis abióticas são mostrados pelas linhas e os pesos das bióticas estão representados pelas letras. Os dois primeiros eixos explicam 85,2% da variância total dos dados.

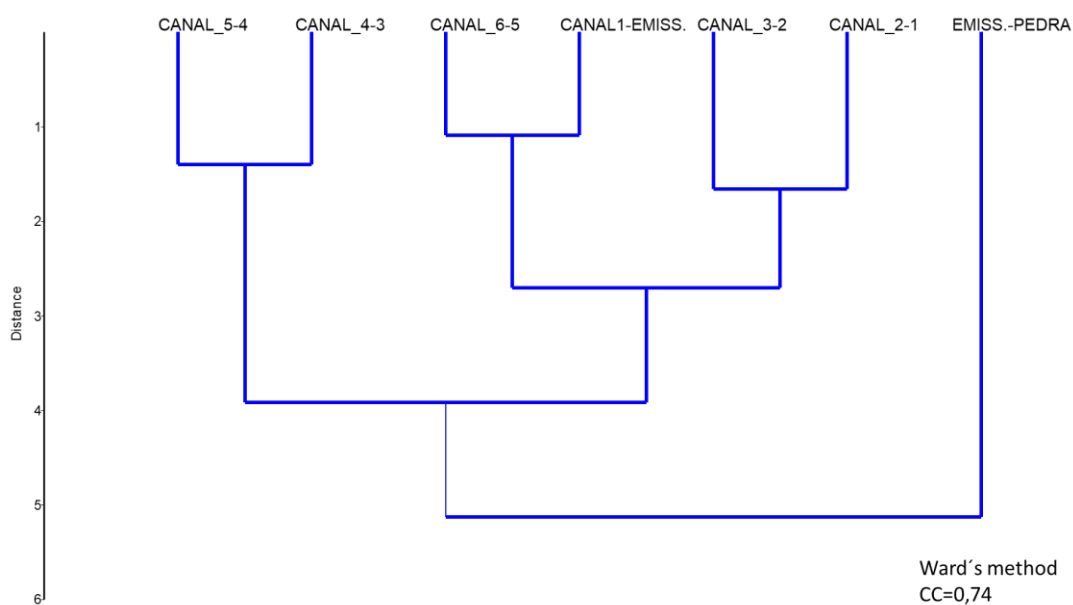


Figura 16 - Análise de agrupamento utilizando os pesos das variáveis bióticas da CCA.

Tabela 6. Tamanho médio das Bolachas-do-Mar com informações de data, lua, maré e vento.

DATA	LUA	MARÉ	VENTO	CANAL 6-5	CANAL 5-4	CANAL 4-3	CANAL 3-2	CANAL 2-1	CANAL 1- EMISSÁRIO	EMISSÁRIO - PEDRA DA FETICERA	TOTAL
05/03/2015	CHEIA	0,2	NNW	0	0	0	10,9	10,2	10,0	10,6	177
06/03/2015	CHEIA	0,2	NNW	10,8	10,7	10,9	10,8	10,0	9,9	10,3	156
13/03/2015	MING	0,8	NNE	0	7,8	0	9,9	9,7	0	0	28
20/03/2015	NOVA	0,2	SSW	10,1	10,8	10,8	10,5	9,8	9,8	9,9	128
27/03/2015	CRESC	0,7	SSW	0	9,6	10,8	10,1	0	9,8	9,1	28
16/05/2015	NOVA	0,3	NNE	0	10,4	11,0	10,5	10,4	9,8	10,5	60
14/08/2015	NOVA	0,1	NNE	10,9	10,7	9,3	0	10,2	9,9	0	66
08/10/2015	MING	1,3	NNE	0	0	0	0	0	10,3	10,5	19
13/11/2015	NOVA	0,3	ESE	0	10,8	10,6	10,7	0	10,6	0	23
20/11/2015	CRESC	1,2	NNW	10,4	0	9,5	10,1	10,3	12,0	0	7
27/11/2015	CHEIA	0,4	ESE	11,0	0	0	0	0	0	0	1
10/12/2015	MING	0,3	ESE	10,1	10,5	11,3	0	0	0	0	24
26/12/2105	CHEIA	0,6	SSW	10,8	11,0	0	0	0	0	0	39
01/01/2016	CHEIA	1,0	ESE	11,3	10,7	0	0	0	0	0	7
09/02/2016	NOVA	1,0	ESE	10,9	11,0	11,5	0	0	0	0	167
26/02/2016	CHEIA	0,3	ESE	0	0	0	11,4	10,9	11,0	0	18
20/03/2016	CRESC	1,0	ENE	9,8	10,2	11,0	0	0	0	0	11
26/03/2016	CHEIA	0,3	NNE	10,5	10,8	0	0	0	0	0	42
TAMANHO MÉDIO/CANAL				10,6	10,4	10,7	10,6	10,2	10,3	10,2	1001

As Bolachas-do-Mar (*Mellita quinquiesperforata*) foram medidas em 18 saídas de campo das 24 realizadas para levantamento de dados deste presente estudo. Com as medidas de comprimento e largura dos 1001 indivíduos foi realizado o cálculo do diâmetro médio $[(\text{comprimento} + \text{largura}) \times 0,5]$ (Tabela 6). Comparando o tamanho médio das Bolachas-do-Mar por canal (Figura 17), pode-se observar que existe uma ligeira alteração entre os Canais. Nos trechos do Canal 2-1 e Emissário-Pedra da Feiticeira o tamanho médio dos indivíduos é de 10,2 cm. No Canal 1 – Emissário 10,3 cm. No Canal 5-4, 10,4 cm, nos trechos do Canal 3-2 e Canal 6-5 o tamanho médio é de 10,6 cm e no Canal 4-3 a média do tamanho foi a maior, 10,7 cm. Em relação às mudanças temporais sazonais (estações do ano, direção dos ventos) e circadianas (marés, fase lunar) o tamanho médio dos indivíduos não demonstraram alterações.

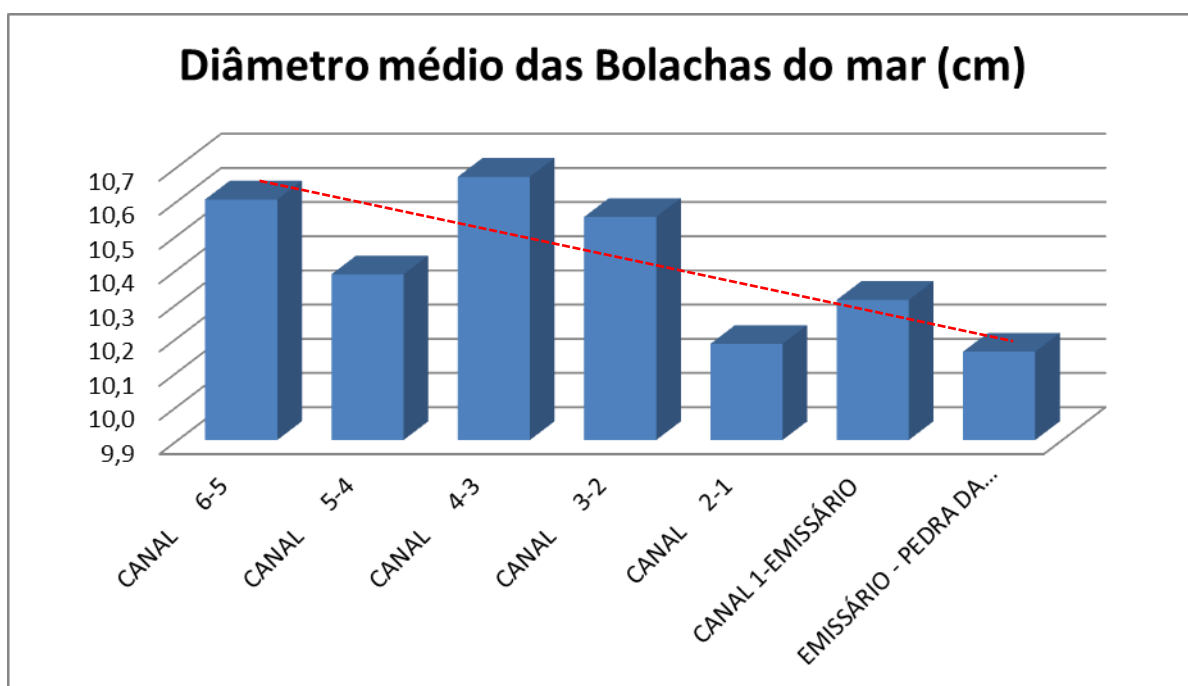


Figura 17 - Diâmetro médio das Bolachas-do-Mar.

Considerado o mais amplo dos ecossistemas sedimentares costeiros, o habitat das praias arenosas é um ambiente marcado fisicamente por alto dinamismo, diretamente influenciado por fatores abióticos como regimes de marés, altura das ondas, incidência de luz, regime de ventos, entre outros (Davis, 1985).

As variações bióticas observadas neste presente estudo, elas variam entre si, a fase lunar altera a altura do mar e consequentemente o vento, a direção e força das ondas.

A Análise de Correspondência Canônica mostrou que a ação dos ventos é o principal fator de interferência na distribuição das Bolachas-do-Mar. A influência das marés, fases da lua e estação do ano foram melhor observadas em épocas em que os ventos estavam mais fracos e oscilantes. Porém, quando os ventos eram fortes e bem direcionados produziram ondas com moderada ação erosiva, levantando o sedimento e jogando as Bolachas-do-Mar para o supralitoral (Figuras 18 e 19). O sedimento levantado era transportado para o lado oposto da praia, onde ocorria um processo de deposição. Talvez este seja o principal motivo da análise de cluster agrupar o trecho da Ponta da Praia, com os trechos do Canal 2, 1 e Emissário.

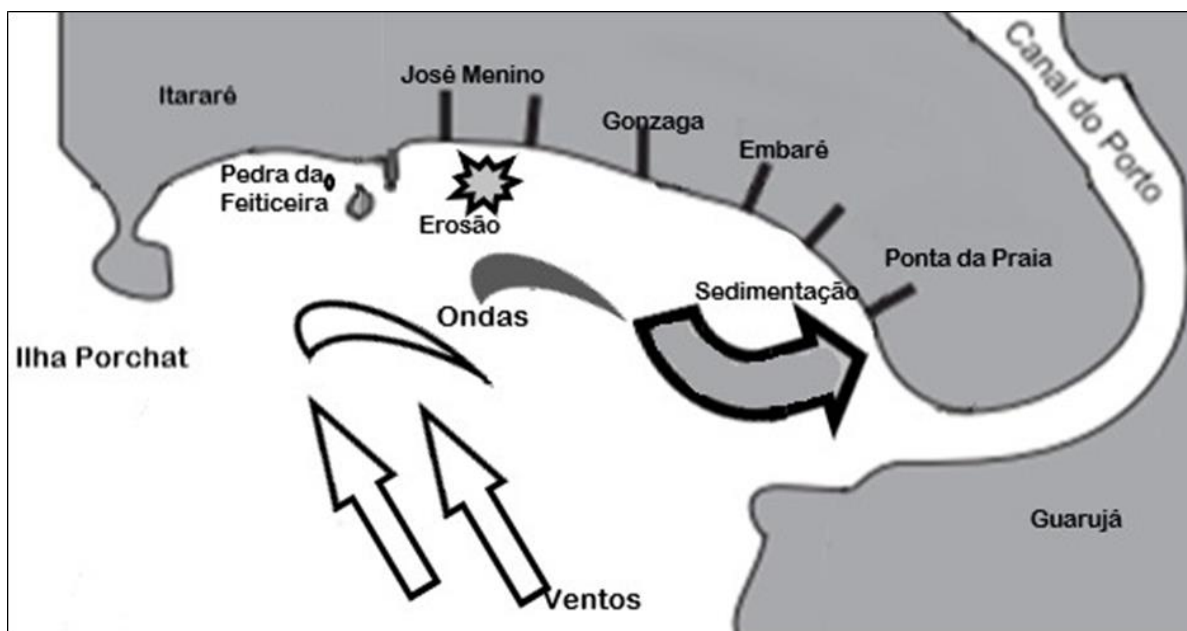


Figura 18 - Demonstração da ação dos ventos em relação às ondas com direcionamento da sedimentação em direção para a Ponta da Praia.

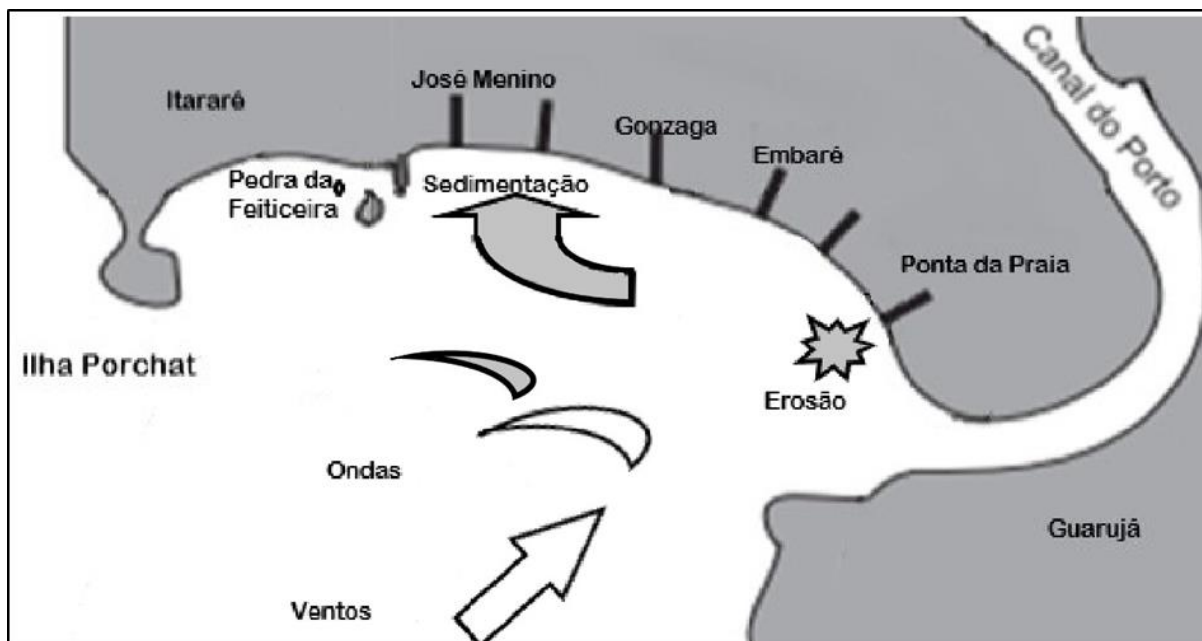


Figura 19 - Demonstração da ação dos ventos em relação às ondas com direcionamento da sedimentação em direção aos trechos Canal 2 ao Emissário.

O modelo observado no presente estudo corrobora com alguns outros elaborados para a mesma área estuarina. As rosas dos ventos, Figura 20, foram apresentadas em estudo realizado pela Universidade Santa Cecília para Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP, 2002), mostrando os mesmos padrões obtidos no presente trabalho. O deslocamento e lançamento das Bolachas-do-mar ao supralitoral estão também associados aos padrões de ondas e ventos e aos processos de erosão, transporte e sedimentação. Este fato foi bem evidenciado nos resultados obtidos pela análise de correspondência canônica.

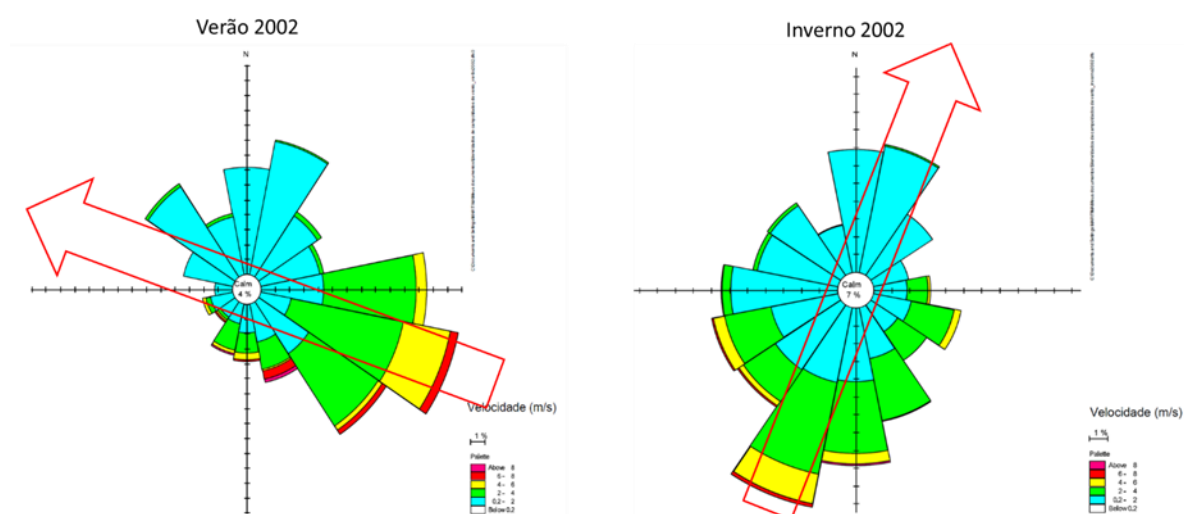


Figura 20 - Rosas dos Ventos de Verão e Inverno de 2002. As setas apresentam as direções dos ventos predominantes em cada estação.

Fonte: BAPTISTELLI, 2008 apud CODESP 2002, modificado.

Em situações em que os ventos foram suaves ou nulos, foi possível observar as influências das outros fatores estudados. A Figura 21 mostra o modelo de circulação e sedimentação da Baía de Santos, apresentado por Magini et al. (2007), onde é possível verificar a direção das correntes predominantes, bem como as áreas de sedimentação próximas ao píer do Emissário Submarino. Ainda na Figura 21, é possível verificar que as áreas abrigadas pela Ilha de Urubuqueçaba e pelo Emissário formam um local de sedimentação especial, onde não há interferência da ação dos ventos e ondas, sendo que o principal fator de distribuição de Bolachas-do-Mar foi a ação das marés, associadas, de certa forma às fases lunares.

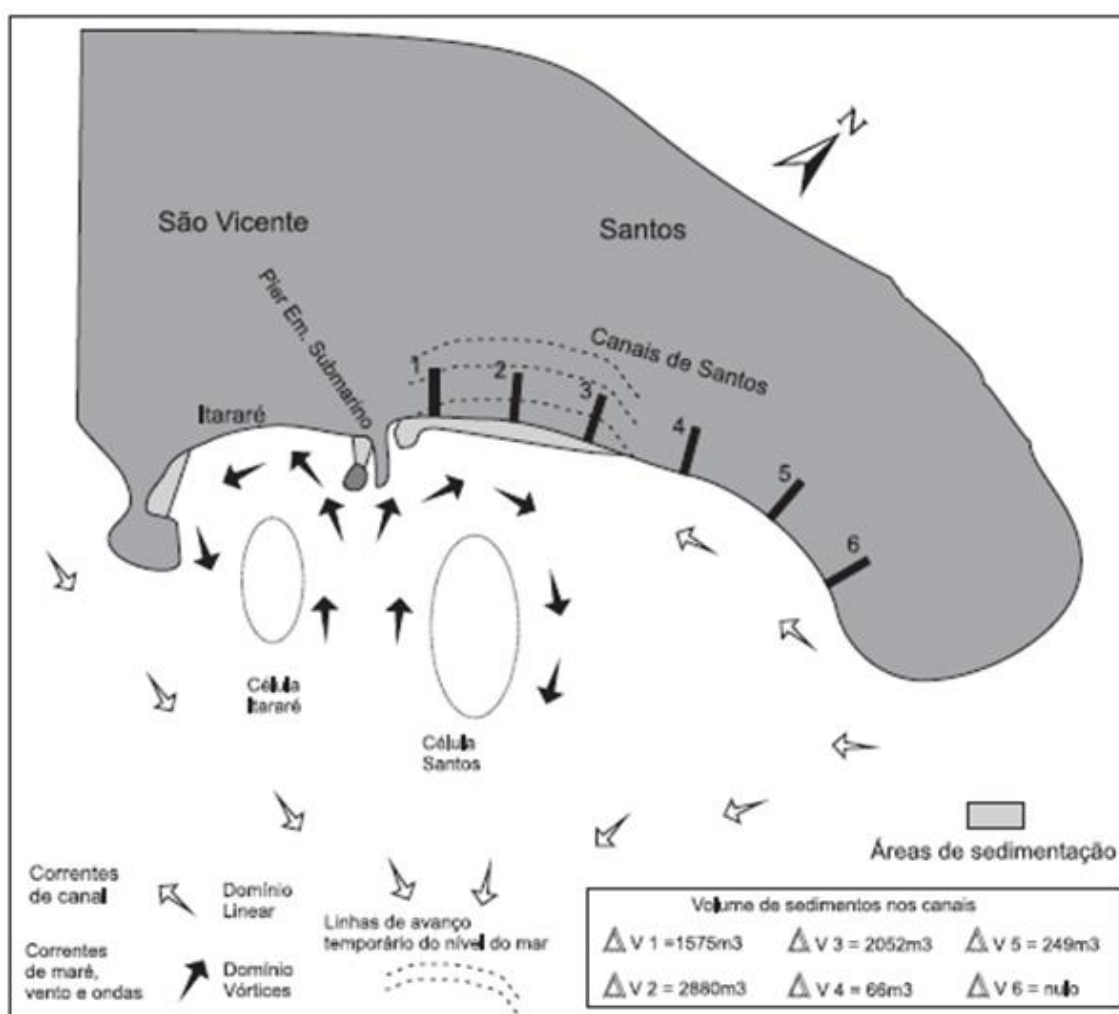


Figura 21 - Áreas de sedimentação, correntes entre praias de Santos e de sedimentos depositados em cada canal. Em pontilhado, área que sofre invasão do mar durante as marés altas de tempestades.

Fonte: MAGINI et al. 2007.

Os locais de erosão e sedimentação nas áreas de arrebentação na Baía de Santos também variam de acordo com o movimento de marés. Em 1977 foi

realizado um detalhado sobre a movimentação da água durante a enchente e vazante das marés, mostrado na Figura 22, para definir os pontos adequados para posicionamento do Emissário Submarino. Nesta figura é possível verificar a maior influência das correntes de marés de enchente que ocorre na região da Ponta da Praia, enquanto que próximo ao centro da Baía há um contra fluxo superficial para escoamento e circulação das águas estuarinas. Talvez este seja o motivo pelo qual, os processos de erosão são mais visíveis na Ponta da Praia do que próximo ao Emissário Submarino.

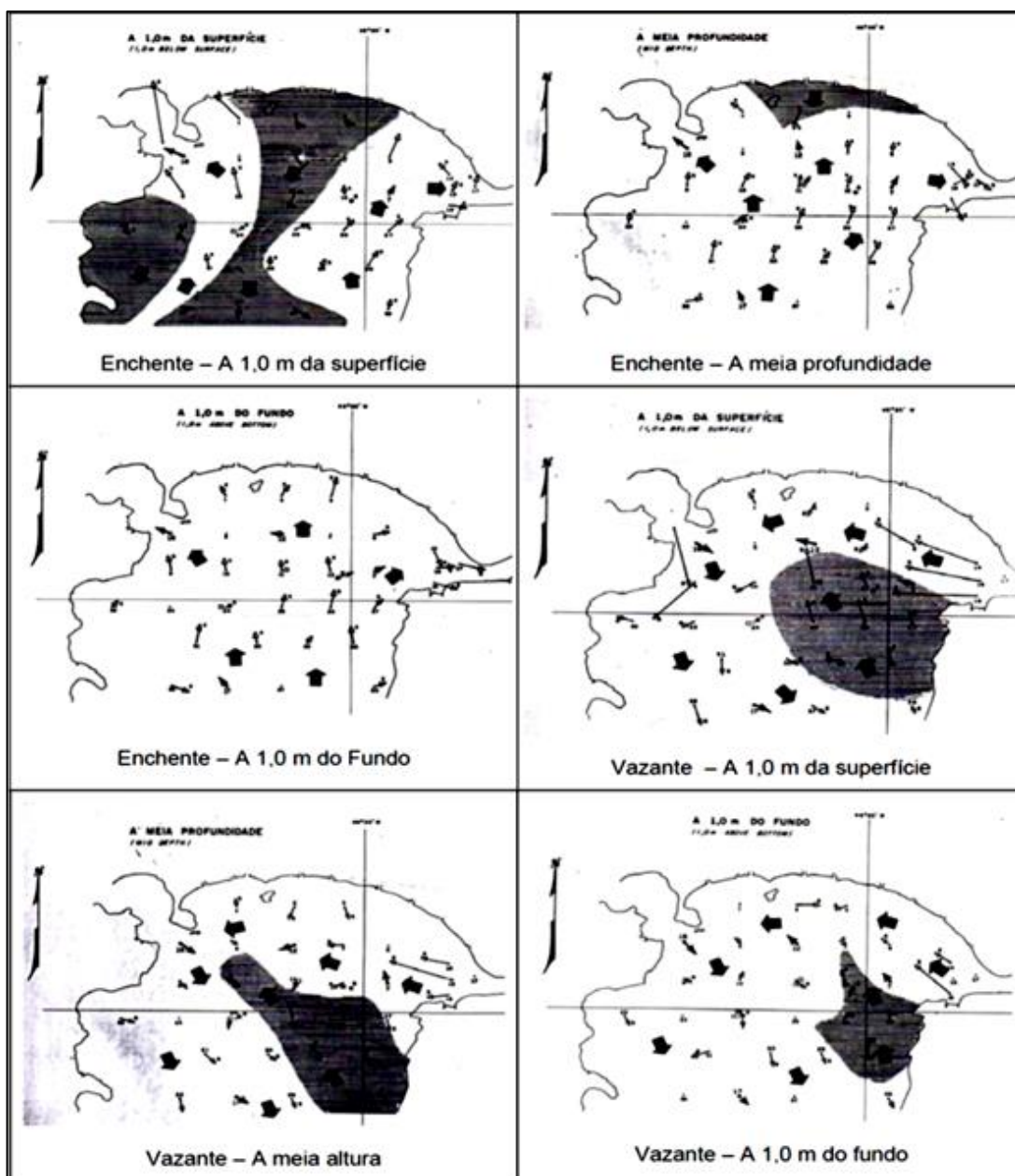


Figura 22 - Circulação da Baía de Santos nas fases enchente e vazante na superfície, meia profundidade e fundo.

Fonte: SONDOTÉCNICA (1977 apud BAPTISTELLI, 2008).

Carminatto et al. (2017) estudando os padrões de deposição de resíduos sólidos na faixa entre marés nas praias de Santos, no final do verão (março de 2017), verificaram que a região da Ponta da Praia era diferenciada (figura 23) pela grande presença de material biológico, representado principalmente por conchas de moluscos e Bolachas-do-Mar, fato que também corrobora com os resultados obtidos neste trabalho.

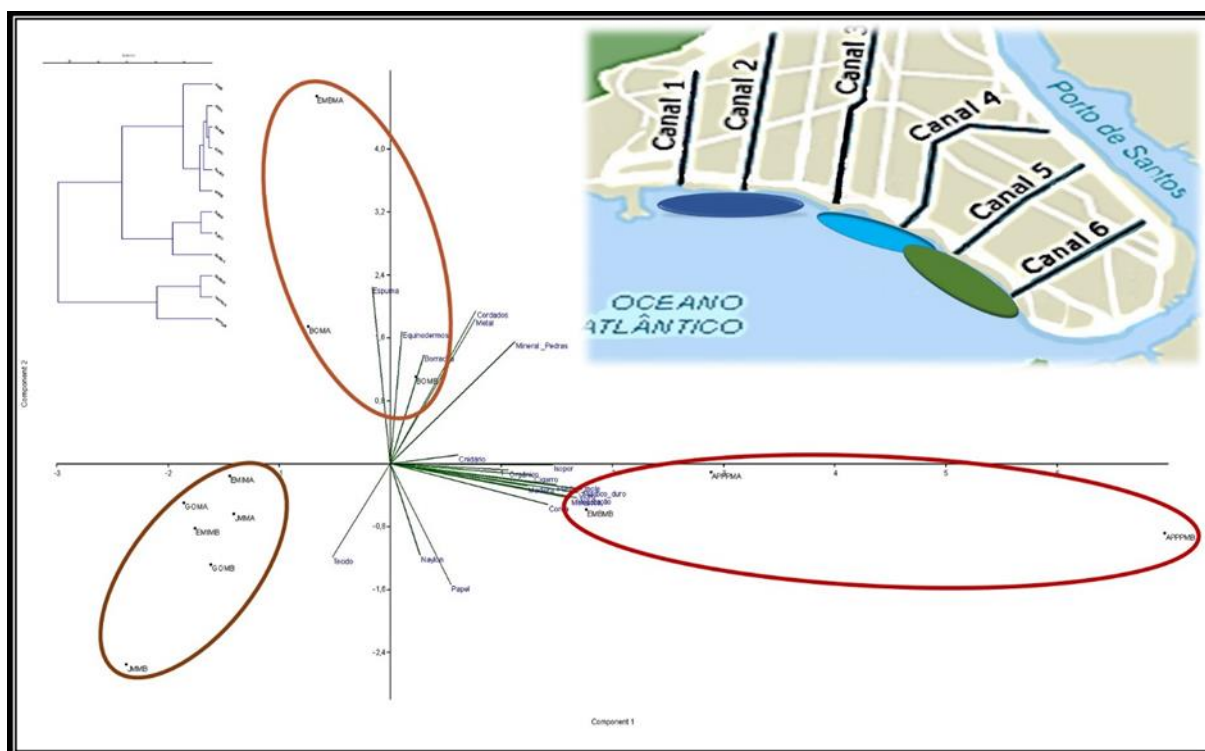


Figura 23 - Agrupamento das praias de Santos, segundo deposição de resíduos sólidos em marés de sizígia de março de 2017.

Fonte: CARMINATTO et al. (2017).

6 CONCLUSÃO

A distribuição dos indivíduos da espécie *Mellita quinquiesperforata*, lançados ao supralitoral das praias de Santos é influenciada pela ação de diferentes fatores ambientais, destacando o regime e intensidade dos ventos e das ondas.

Em situações de calmaria, foi também possível verificar a ação dos outros fatores tais como a altura da maré, a fase lunar e a estação do ano.

A Ponta da Praia e a área próxima ao Emissário Submarino apresentam padrões semelhantes, relacionados com os processos de erosão e sedimentação.

As áreas abrigadas pela Ilha de Urubuqueçaba, Emissário Submarino até a Pedra da Feiticeira não sofrem influência direta das ondas e ventos, mas sim pelo movimento de marés, associados às fases lunares.

O padrão de distribuição dos indivíduos da espécie *Mellita quinquiesperforata*, lançados ao supralitoral das praias de Santos, corrobora com os modelos de circulação e sedimentação conhecidos, e possui potencial para ser utilizados como bioindicador das condições abióticas da zona de arrebentação da Baía de Santos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H. & STEINER, T.M. 1994. **Alguns aspectos da zonação da macrofauna de poliquetos em praias arenosas**. IX Mini-Simpósio de Biologia Marinha, São Sebastião, SP, 9: 2.
- ANDERSON JR, W. D.; DIAS, J. K.; DIAS, R. K.; CUPKA, D. M.; CHAMBERLAIN, N. A. **The macrofauna of the surf zone off Folly Beach, South Carolina**. Spec. scient. Rept. Fisheries Bull natn. mar. Fish. Serv., U.S., v.74, p. 1-23, 1977.
- BAPTISTELLI SC. **Análise crítica da utilização de modelagem matemática na avaliação da dispersão de efluentes leves no litoral da Baixada Santista (Estado de São Paulo)**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica. USP. São Paulo. 2008.
- BORZONE, C.A. **Spatial distribution and growth of *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) on a sandy beach of southern Brazil**. Nerítica, Curitiba, v.7, n.1-2, p. 87-100, 1992.
- BORZONE, C.A.; TAVARES, Y.A.G.; SOARES, C.R. **Adaptação morfológica de *Mellita quinquiesperforata* (CLYPEASTEROIDA, MELLITIDAE) para explorar ambientes com alto hidrodinamismo**. Iheringia, Ser. Zool., Porto Alegre, v.82, p.33-42, 1997.
- BORZONE, C.A., TAVARES, Y.A.G. **Morphometric variations of *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) in different sandy beaches environments**. In: Echinoderms: San Francisco, R. Mooi e M. Telford (Eds). Proceedings of the 9th International Conference of Echinoderms, Balkema: Rotterdam, p: 579, 1998.
- BROWN, A. C.; McLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. New York, Elsevier. p. 328, 1990.
- BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2ed. Editora Guanabara Koogan, 2006. 1098p. CEM / UFPR. **Centro de Estudos do Mar da UFPR**. Disponível em: <<http://www.cem.ufpr.br/praias/pagina/pagina.php?menu=home>> Acesso em: 28 de Julho de 2017.
- CARMINATTO, A.A.; MATHUCK, C.; FARRABOTI, E.; ADAMI, F.A.C.; KLEIN, J.A.; SANTOS, M.G.F.; BARELLA, W. **Deposição dos resíduos sólidos em diferentes marés nas praias de Santos- SP, Brasil**. UNISANTA Bioscience Vol. 6 nº 4 (2017) p. 233 - 247
- CODESP – Companhia DOCAS do Estado de São Paulo. **Pesquisa de determinação de áreas de descarte de material de dragagem na zona oceânica exterior à Baía de Santos**. Trabalho realizado pela Universidade Santa Cecília – UNISANTA para a CODESP. Relatório Final. 2002.
- DAVIS, R.A. 1985. **Beach and nearshore zone**. In: Davis, R.A. (ed.) Coastal Sedimentary Environments. New York, Springer-Verlag, 379-444.

DHN, DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, **Carta Náutica do Porto de Santos**. Marinha do Brasil, Departamento de Hidrografia e Navegação, 2003

FINDLAY, R.H.; WHITE, D.C. **The effects of feeding by the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske) on the benthic microbial community**. J. Exp. Mar. Ecol., v.72, n.1, p. 25-41, 1983.

HAROLD, A.S., TELFORD, M. **Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea: Clypeasteroidea)**. Journal of Natural History, v. 24, p. 987-1026, 1990.

KRUMME, U.; BRENNER, M.; SAINT-PAUL, U. 2008. **Spring-neap cycle as a major driver of temporal variations in feeding of intertidal fishes: evidence from the sea catfish *Sciades herzbergii* (Ariidae) of equatorial west Atlantic mangrove creeks**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 367: 91-99.

KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U.; ROSENTHAL, H. 2004. **Tidal and diurnal changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil**. Aquatic Living Resources, 17: 212-229.

LAROCHE, J.; Baran, E.; Rasoanandrasana, N. B. 1997. **Temporal patterns in a fish assemblage of a semiarid mangrove zone in Madagascar**. Journal of Fish Biology, 50: 3-20.

LEBER, K. M. 1982. **Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave, energy sandy beach**. Bulletin of Marine Science 32:86-98.

MAGINI, C., HARARI, J., & ABESSA, D. M. D. S. 2007. **Circulação recente de sedimentos costeiros nas praias de Santos durante eventos de tempestades: dados para a gestão de impactos físicos costeiros**. Geociências, 349-355.

MANTELATTO FLM; FRANSOZO A & NEGRETROS-FRANSOZO ML. **Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil**. Bolm Inst. Oceanográfico. S Paulo, 43(1):51-61,1995

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

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

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

PEARSE, J.S., CAMERON, R.A. Echinodermata: Echinoidea. In: J.S. Pearse, V. Pearse e A.C. Giese (Eds). **Reproduction of Marine Invertebrates: Lophophorates and Echinoderms**. Boxwood Press, California, v. 4, p. 513-662, 1991.

PEREIRA, H, P. P. Base de Dados: **DAAT & PLEDS, 2012**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/pereirahenriquep/hom>>. 2012. Acesso em: 13 de Julho de 2017.

PEREIRA, H, P. P. Base de Dados: **DAAT & PLEDS, 2013**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/pereirahenriquep/hom>>. 2013. Acesso em: 13 de Julho de 2017.

REIDENAUER, J.A. **Sand dollar *Mellita quinquiesperforata* (Leske) burrow trails, sites of harpacticoid disturbance and nematode attraction**. J. Exp. Mar. Ecol., v.130, p.223-235, 1989.

RIBEIRO-COSTA, C.S., ROCHA, R.M. **Invertebrados: manual de aulas práticas**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

ROZAS, L. P.; MINELLO, T. J. 1997. **Estimating densities of small fishes and decapod crustaceans in shallow estuarine habitats: a review of sampling design with focus on gear selection**. Estuaries, 20 (1): 199-213.

RUPPERT, E.R., BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Editora Rocca LTDA, 2006.

SONDOTECNICA. **Estudo Diagnóstico do comportamento hidráulico e sedimentológico da Baía de Santos – Estuário Santista**. São Paulo. 1977.

SOUZA, C. R. G. **Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial 30 Anos, p. 307-371, 2012.

TÁBUA DE MARÉS, **Tábua de Marés de Santos**, disponível no site: <<http://www.tabuademares.com/br/so-paulo/santos>>, Acesso em Julho, 2017

TAVARES, Y.A.G., BORZONE, C.A., **Reproductive cycle of *Mellita quinquiesperforata* (Leske) (Echinodermata, Echinoidea) in two contrasting beach environments**. Revista Brasileira de Zoologia 23, v. 2, p. 573-580, 2006.

VILLWOCK, J. A. 1994. **A costa brasileira: Geologia e Evolução**. Anais In: 30 Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira – Subsídios a um Gerenciamento Ambiental. Anais... São Paulo, Publ. ACIESP 3(87):1-15.

WHITE, D.C.; FINDLAY, R.H.; FAZIO, S.D. **Effects of bioturbation and predation by *Mellita quinquiesperforata* on sedimentary microbial community structure**. In: Estuarine Perspectives. New York: Academic Press, p. 163-171, 1980.

WILSON, J. P.; SHEAVES, M. 2001. **Short-term temporal variations in taxonomic composition and trophic structure of a tropical estuarine fish assemblage.** Marine Biology, 139: 878-796.