Daniel Teixeira Tardelli

Distribuição espaço-temporal de *Olivella minuta* (LINK, 1807) (Mollusca, Gastropoda, Olividae) na praia de Barequeçaba, Litoral Norte do Estado de São Paulo

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Alexander Turra

São Paulo

2013

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

VERSÃO CORRIGIDA

Distribuição espaço-temporal de *Olivella minuta* (LINK, 1807) (Mollusca, Gastropoda, Olividae) na praia de Barequeçaba, Litoral Norte do Estado de São Paulo

Daniel Teixeira Tardelli

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Julgada em ____/____/____ por

_____ Prof(a). Dr(a).	_____ conceito
_____ Prof(a). Dr(a).	_____ conceito
_____ Prof(a). Dr(a).	_____ conceito

SUMÁRIO

RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO GERAL.....	4
ÁREA DE ESTUDO.....	9
CAPITULO 1 - Distribuição espacial de <i>Olivella minuta</i> no entremarés ao longo da praia de Barequeçaba, Litoral Norte do Estado de São Paulo.....	11
RESUMO.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS.....	14
MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
ANÁLISE DE DADOS.....	16
RESULTADOS.....	17
Distribuição espacial de <i>O. minuta</i>	17
Caracterização dos fatores abióticos da praia.....	18
Composição da macrofauna e descritores da comunidade da praia.....	22
Relações entre <i>O. minuta</i> e os fatores ambientais	25
DISCUSSÃO.....	32
CAPITULO 2- Distribuição temporal de <i>Olivella minuta</i> no eixo vertical da praia de Barequeçaba, Litoral Norte do Estado de São Paulo.....	36
RESUMO.....	36
INTRODUÇÃO.....	37
OBJETIVOS.....	38
MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
ANÁLISE DE DADOS.....	41
RESULTADOS.....	42
Distribuição temporal de <i>Olivella minuta</i> no entremarés.....	42
Variação na densidade e comprimento de <i>Olivella minuta</i>	45
DISCUSSÃO.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	61

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** *Olivella minuta* e suas marcas de deslocamento deixadas na areia da praia na praia de Barequeçaba- São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo.....6
- FIGURA 2.** Localização da praia de Barequeçaba no canal de São Sebastião, entre os municípios de Ilha Bela e São Sebastião- SP.....9
- FIGURA 3.** Praia de Barequeçaba-São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo.....10
- FIGURA 4.** Desenho amostral empregado para o estudo da distribuição espacial de *O. minuta* no eixo longitudinal da praia de Barequeçaba.....15
- FIGURA 5.** *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo das doze estações amostrais da praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam estações significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.....18
- FIGURA 6.** Perfil Topográfico ao longo das doze estações na praia de Barequeçaba...19
- FIGURA 7.** Média e desvio padrão das características sedimentológicas. A) diâmetro médio do grão, B) coeficiente de seleção, C) porcentagem de carbonato de cálcio e D) porcentagem de matéria orgânica, ao longo das estações amostradas na praia de Barequeçaba.....21
- FIGURA 8.** Média e desvio padrão dos descritores da comunidade. A) riqueza de espécies, B) densidade C) diversidade e D) equidade, entre as estações amostradas ao longo praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam estações significativamente diferentes, discriminadas através do teste Tukey (HDS).....24
- FIGURA 9.** Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e: A) diâmetro médio do grão ; B) coeficiente de seleção ; C) matéria orgânica; D) carbonato de cálcio; E) declividade. Os pontos indicam as estações.....27
- FIGURA 10.** Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e A) densidade; B) riqueza; C) diversidade e D) equidade. Os pontos indicam as estações.....28
- FIGURA 11.** Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e A) a densidade de poliquetas; B) A densidade de *Psammokalliapseudes mirabilis*. Os pontos indicam as estações.....29
- FIGURA 12.** Análise de componentes principais (PCA), ordenação das estações estudadas com relação aos fatores abióticos ao longo da praia. Porcentagens de explicação: PC1 = 66,5 % e PC2 = 24,1%.....30
- FIGURA 13.** Análise de Cluster (Hierarchical Cluster analysis), similaridade (%) da macrofauna entre as estações amostradas ao longo praia de Barequeçaba.....31
- FIGURA 14.** Desenho amostral empregado para o estudo da distribuição temporal e zonação (porção emersa) de *O. minuta* na praia de Barequeçaba.....39

- FIGURA 15.** Desenho amostral empregado para o estudo da zonação (porção submersa) de *O. minuta* na praia de Barequeçaba, região do infralitoral.....40
- FIGURA 16.** *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo dos meses amostrados na praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.....42
- FIGURA 17.** Variação temporal de densidade de *O. minuta* no entremarés ao longo dos meses na praia de Barequeçaba. Os eixos verticais indicam a distancia da linha da água, os eixos horizontais à densidade relativa (%).44
- FIGURA 18.** Distribuição anual de frequência de classes de comprimento na praia de Barequeçaba, entre o período de novembro/2009 a outubro/2011. O número no interior do gráfico indica o total de indivíduos amostrados.....45
- FIGURA 19.** *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo dos compartimentos e meses amostrados da praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam compartimentos e meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.....46
- FIGURA 20.** Densidade (ind./m^2) de *O. minuta* no eixo vertical da praia (zonação). Os eixos verticais indicam a densidade, os eixos horizontais indicam a distância da linha da água. As barras indicam a media e o desvio padrão. Os valores negativos indicam o infralitoral.....47
- FIGURA 21.** *Olivella minuta*. Média e desvio padrão do comprimento dos indivíduos ao longo dos compartimentos e meses amostrados na praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam compartimentos e meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.....48
- FIGURA 22.** Distribuição da frequência de comprimento (mm) de *O. minuta* no entremarés da praia (zonação). Os eixos verticais indicam o comprimento (mm) e os eixos horizontais indicam a frequência relativa (%).49
- FIGURA 23.** Distribuição da frequência de comprimento (mm) de *O. minuta* no infralitoral da praia (zonação). Os eixos verticais indicam o comprimento (mm) e os eixos horizontais indicam a frequência relativa (%).50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Resultados da análise de variância (ANOVA) referentes às características do sedimento entre as estações amostradas na praia de Barequeçaba.....20

TABELA 2. Resultados da análise de Variância (ANOVA) referente à composição do sedimento entre as estações amostradas na praia de Barequeçaba.....22

ANEXOS

TABELA 3. Dados granulométricos de acordo com os parâmetros de Folk & Ward (1957) ao longo das doze estações na região inferior, média e superior da zona entremarés da praia de Barequeçaba.....61

TABELA 4. Lista de espécies da macrofauna e o número de indivíduos amostrados no entremarés da praia de Barequeçaba.....62

TABELA 5. Valores referentes aos descritores da macrofauna, riqueza (S), número de indivíduos (N), equidade de espécies (J') e diversidade (H').....63

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e Prof. Dr. Alexander Turra, pela oportunidade e pela disposição em me ensinar e orientar. Por me fazer acreditar desde o início na conclusão desse trabalho, e não ter me deixado desanimar perante as dificuldades encontradas.

Ao Amigo e Co-orientador Marcelo Petracco, pela disponibilidade e paciência em me ensinar e auxiliar por todos os momentos deste trabalho, desde as primeiras coletas em campo até as correções finais.

À minha amiga M.Sc. Rita Monteiro Camargo pela parceria de mais de três anos e meio de coletas de campo, e pela ajuda na análise dos dados.

Aos Profs. Dr. Luis Simone e Dr. Gustavo Augusto Schmidt de Melo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pela ajuda na identificação de moluscos e crustáceos.

À Dra. Márcia Denadai, do laboratório de Manejo, ecologia e conservação marinha do IO-USP, pela ajuda na identificação dos bivalves.

À Dra. Kátia Christol dos Santos e à M.Sc. Carina Waiteman Rodrigues pós graduandas do IO-USP, pela identificação de tanaidáceos e anfípodes.

À M.Sc. Kalina Manabe Brauko da Universidade Federal do Paraná, pela ajuda e identificação dos poliquetas.

Ao técnico Tomas Edison da Silva (Tomazinho), pelas análises de sedimento, e contribuição nas coletas de campo.

Aos amigos e motoristas do IO-USP, Walter, Claudio, Sergio e Roberto, por nos transportar para cima e para baixo e pela companhia, risadas e ajuda nas coletas de campo.

Ao Centro de Biologia Marinha CEBIMAR-USP por fornecerem a estrutura e equipamentos para os trabalhos de campo.

Aos amigos e técnicos, Eduardo, Joselito, Elcio e Joseph, pela companhia e ajuda em campo.

À FAPESP, que através do financiamento concedido, contribuiu para a realização desse trabalho.

À equipe Olivella, Petracco, Tayana, Leonardo, Rita, Katarine e Felipe, por dividirem momentos de decisões, cansaço e impaciência, mas também dividirem momentos de descontração, aprendizado e diversão.

A todos os alunos e pesquisadores do laboratório de Manejo, ecologia e conservação marinha, pela contribuição nas saídas a campo, e pelo ótimo clima de trabalho, aprendizado e descontração vividos por esses anos. Sentirei saudades!

Aos meus amigos, namorada e familiares, que tiveram que se acostumar com a minha ausência devido a saídas frequentes a campo, mas sempre me apoiaram e me ajudaram a chegar até aqui.

Enfim aos meus pais e irmãos que nunca mediram esforços para que meus objetivos fossem realizados.

À vocês minha eterna gratidão.

RESUMO

Praias arenosas são caracterizadas por uma abundante macrofauna, composta por poliquetas, moluscos e crustáceos. Dentre os moluscos, os gastrópodes constituem um dos grupos mais conspícuos. Entretanto, as informações sobre esse grupo em praias são escassas e se referem principalmente à ocorrência em comunidades. O neogastropoda *Olivella minuta* é comum e abundante em praias do Litoral Norte de São Paulo. Porém, há importantes lacunas no conhecimento quanto à distribuição desta espécie. Diante desse cenário, o presente estudo visou analisar a distribuição espaço-temporal de *Olivella minuta* na praia de Barequeçaba, bem como os fatores ambientais relacionados a essa distribuição. Para análise da distribuição espacial de *O. minuta* ao longo do entremarés da praia, amostras foram obtidas em outubro de 2009, a partir de doze estações perpendiculares à linha da água, compostas por três transectos com seis níveis cada. Os fatores abióticos (características do sedimento) e bióticos (descritores da macrofauna) que compõem cada estação também foram amostrados e relacionados com a distribuição da espécie. Os resultados revelaram que os indivíduos ocorreram em maior densidade na porção oeste da praia, e nos ambientes mais úmidos, próximos a linha da água. O diâmetro médio do grão, carbonato de cálcio e a matéria orgânica foram os fatores mais determinantes, contrastando com a hipótese de que há influência tanto dos fatores abióticos quanto dos bióticos em tal distribuição. Para análise de distribuição temporal de *Olivella minuta* no eixo vertical da praia, amostras foram obtidas mensalmente no entremarés, a partir de cinco transectos aleatórios estabelecidos perpendicularmente à linha da água, com nove unidades amostrais. Além disso, amostras foram obtidas trimestralmente, no entremarés e infralitoral, a partir de cinco transectos aleatórios, compostos por nove e seis níveis amostrais, respectivamente. Os resultados revelaram um padrão de distribuição da espécie no entremarés ao longo do tempo, e confirmaram a hipótese de que há uma distribuição de *O. minuta* de acordo com o tamanho do indivíduos no eixo vertical da praia, com indivíduos menores ocorrendo apenas no infralitoral e migrando para o entremarés ao longo de sua ontogenia. Os avanços apresentados no presente estudo contribuem para o conhecimento sobre a ecologia de populações de praias arenosas, ao relacionar a distribuição de uma espécie da macrofauna com os fatores ambientais, e principalmente ao abranger o infralitoral nas amostragens, por tratar da distribuição de uma espécie cuja distribuição não é exclusiva do entremarés.

PALAVRAS CHAVE: ecologia bêmica, praias arenosas, macrofauna, distribuição espacial, distribuição temporal, zonação, gastrópode, *Olivella minuta*

ABSTRACT

Sandy beaches have typically abundant macrofauna, comprised of polychaetes, mollusks, and crustaceans. Among mollusks, gastropods comprise one of the most conspicuous groups. Nevertheless, data on this group for beaches are scarce and refer mainly to their occurrence in communities. The neogastropoda *Olivella minuta* is common and abundant on beaches along the Northern Coast of São Paulo. However, there are important gaps in the knowledge regarding the distribution of this species. Based on this scenario, the present study aims at analyzing the distribution of *Olivella minuta* in space and over time on Barequeçaba Beach, as well as the related environmental factors. To analyze the distribution of *Olivella minuta* along the intertidal zone of the beach, samples were obtained in October 2009 from twelve stations perpendicular to the waterline, comprised of three transects with six levels each. Abiotic (sediment characteristics) and biotic (macrofauna descriptors) factors that comprise each station were also sampled and linked to distribution. Results showed that there was higher density of individuals in the west part of the beach, and in more humid environments, closer to the waterline. The mean grain size, calcium carbonate and organic matter were the most determining factors in the species' distribution, as opposed to the hypothesis that both abiotic and biotic factors were influencing factors. To analyze the distribution of *Olivella minuta* over time in the vertical axis of the beach, samples were collected monthly in the intertidal zone, from five random transects set out perpendicularly to the waterline with nine sampling units. In addition, samples were also obtained quarterly with five random transects comprised of nine and six sampling levels in the intertidal zone and in the infralittoral zone, respectively. Results showed a distribution pattern for the species in the intertidal zone over time and confirm the hypothesis that *O. minuta* is distributed along the vertical axis of the beach according to the size of individuals, with smaller individuals occurring in the infralittoral and migrating to the intertidal zone throughout their ontogeny. Outcomes shown in the present study help improve the knowledge on population ecology of sandy beaches because they relate the distribution of a macrofauna species to environmental factors and mainly due to the fact that sampling covers also the infralittoral zone, since its distribution is not exclusive to the intertidal zone.

KEY WORDS: benthic ecology, sandy beaches, macrofauna, distribution in space, distribution over time, zonation, gastropod, *Olivella minuta*

INTRODUÇÃO GERAL

Praias arenosas são sistemas dinâmicos, formados pelo aporte de sedimentos pouco consolidados, oriundos dos continentes e oceanos, e modificados constantemente pela ação de fatores físicos, como ondas, correntes e marés (McLachlan, 1983; Brown & McLachlan, 1990; McLachlan & Brown, 2006). Esse ambiente compreende a porção subaérea que abrange o mediolitoral, região limitada ao regime das marés, e o supralitoral, região superior sob influência indireta das marés. A porção subaquática, denominada infralitoral, se estende do nível mais baixo das marés até a base orbital das ondas (McLachlan, 1983; Brown & McLachlan, 1990).

De acordo com grau de exposição, as praias arenosas podem ser identificadas como expostas ou protegidas em relação ao mar, e a combinação de alguns fatores como o tamanho do grão, amplitude de maré e energia das ondas permite classificá-las em seis estados morfodinâmicos, representados por dois estados extremos; dissipativo e reflectivo, e quatro estados intermediários (Short & Wright, 1983; Short, 1996). Cada estado morfodinâmico apresenta características peculiares quanto à extensão da zona de surfe, padrões de circulação e dinâmica de ondas e correntes. No entanto, variações temporais nos parâmetros supracitados podem acarretar alterações na morfodinâmica de uma mesma praia ao longo do tempo (Short & Wright, 1983).

Praias dissipativas, caracterizam-se por baixa declividade, extensa zona de surfe com ondas quebrando longe do entremarés que se dissipam por toda essa área, o que possibilita a construção de tocas e galerias por organismos da macrofauna (McLachlan, 1980; Dexter, 1983, 1984). Praias reflectivas caracterizam-se por acentuada declividade e forte exposição ao hidrodinamismo, com ondas quebrando diretamente no entremarés e elevado grau de oxigenação na areia (McLachlan, 1980; Dexter, 1983, 1984). Praias intermediárias apresentam características que oscilam entre os dois extremos (Defeo & McLachlan, 2005).

Localizadas na interface entre a terra e o mar, as praias arenosas são de fundamental importância na proteção de áreas costeiras, absorvendo e dissipando a energia gerada por ondas e marés. Em algumas áreas, as praias apresentam alta produtividade devido à conectividade com ambientes terrestres, o que permite a exportação de nutrientes para ambientes marinhos adjacentes. Além disso, são importantes áreas de lazer e recreação, e permitem a exploração comercial de seus recursos (McLachlan & Brown, 2006). No entanto, as praias arenosas por muito tempo foram consideradas como um grande “deserto marinho” e até ignorado em pesquisas científicas (McLachlan, 1983). Pesquisas voltadas ao fluxo de energia e ciclagem de nutrientes foram dominantes durante os anos 80 e, somente a partir dos anos 90, as pesquisas foram direcionadas para ecologia de populações e comunidades (Defeo & McLachlan, 2005).

A riqueza e abundância da macrofauna de praias estão diretamente relacionadas com o seu estado morfodinâmico, e, em geral, quanto menor a declividade e o diâmetro do grão, maior a riqueza e a abundância das espécies no entremarés (McLachlan, 1983). Deste modo, as praias arenosas protegidas são caracterizadas por uma abundante e diversificada macrofauna, composta essencialmente por poliquetas, seguidos por moluscos e crustáceos (Dexter, 1983, 1984), em contraste com as praias arenosas expostas, nas quais predominam crustáceos em baixa riqueza de espécies (McLachlan, 1983; McLachlan & Brown, 2006). Entretanto, apesar de apresentar menor riqueza e dominância numérica que os poliquetas, os moluscos geralmente apresentam maior contribuição em termos de biomassa (McLachlan, 1983).

Dentre os moluscos, os gastrópodes constituem um dos grupos mais conspícuos da macrofauna de praias, entretanto, poucos estudos referem-se a aspectos ecológicos desse grupo (Edwards, 1969; Caetano *et al.* 2003; Denadai *et al.* 2004; McLachlan & Brown, 2006; Petracco, 2008). Esta escassez de estudos gera uma perspectiva preo-

cupante, pois diversas espécies de gastrópodes apresentam interesse comercial e são exploradas por comunidades tradicionais (Denadai *et al.* 2004; McLachlan & Brown, 2006; Alves *et al.* 2006; Costa Neto, 2006). Além disso, diversos estudos têm demonstrado a relevância da utilização de populações bentônicas na avaliação da qualidade ambiental das praias (Amaral *et al.* 1999; Castro *et al.* 2007).

Dentre os gastrópodes de praias arenosas, destaca-se a presença da família Olividae, que compreende os gêneros *Olivella*, *Oliva* e *Olivancillaria*, encontrados nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Petuch & Sargent, 1986; McLachlan & Brown, 2006).

Na costa brasileira, o olivídeo *Olivella minuta* (Link, 1807), sinonímia de *Olivella verreauxi*, conforme referido por Shimizu (1991), apresenta ampla distribuição, entre os estados do Ceará e Santa Catarina. (Rios, 1994). É uma das espécies de molusco mais frequentes nas praias abrigadas do Canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo (Denadai *et al.* 2005), e uma das espécies mais abundantes na praia de Barequeçaba (Shimizu, 1991), (Figura 1).

Figura 1. *Olivella minuta* e suas marcas de deslocamento deixadas na areia da praia na praia de Barequeçaba- São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo

Entretanto, as informações sobre *O. minuta* geralmente se restringem à sua ocorrência em trabalhos sobre comunidades (Severeyn *et al.* 2003; Boehs *et al.* 2004), a sua distribuição espacial (Shimizu, 1991; Viana *et al.* 2005; Arruda & Amaral, 2003) a

utilização da concha por caranguejos ermitões (Turra & Leite, 2003; Turra & Denadai, 2004), e a dieta alimentar (Arruda *et al.* 2003). A ocorrência de *O. minuta* em praias arenosas protegidas e expostas (Denadai *et al.* 2005; Rocha-Barreira *et al.* 2005) indica uma grande plasticidade desse gastrópode em ocupar ambientes distintos, em relação as características físicas e ao grau de hidrodinamismo.

A praia de Barequeçaba faz parte de um conjunto de praias abrigadas situadas no canal de São Sebastião, canal este que abriga o maior terminal petrolífero do país, o DTCS (Dutos e Terminais do Centro sul), sendo frequentes os acidentes que contribuem para a introdução crônica de hidrocarbonetos na área (Tominaga *et al.* 2006). Como agravante, soma-se a grande população flutuante, consequência do elevado interesse turístico da região, contribuindo para uma desordenada ocupação humana (Amaral *et al.* 2003; Arruda & Amaral, 2003). A presença de um emissário submarino na baía do Araçá, localizado próximo à praia de Barequeçaba, pode contribuir com uma maior concentração de poluentes nesta praia, principalmente no verão, quando há uma inversão no sentido das correntes marinhas superficiais do canal de NE para SW (Tominaga *et al.* 2006).

A estrutura da comunidade da macrofauna de Barequeçaba foi estudada em diversos aspectos ecológicos tais como: composição, abundância, distribuição temporal da abundância e zonação (Shimizu, 1991; Amaral *et al.* 2003). Entretanto, os estudos realizados restringiram-se a zona entremarés não abrangendo assim o infralitoral, local também habitado por *O. minuta* (Viana *et al.* 2005).

Para Arruda & Amaral (2003), entender o padrão de distribuição das espécies de moluscos em praias arenosas pode ser de fundamental importância para a gestão de atividades econômicas e futuros programas de monitoramento marinho. No entanto, a exemplo de Barequeçaba, a maioria dos estudos da macrofauna de praias arenosas são

desenvolvidos com espécies exclusivas da porção emersa da praia, do pós-praia ou migradores mareais (ver Severein *et al.* 2003; Arruda e Amaral, 2003; Boehs *et al.* 2004; Denadai *et al.* 2005; Camargo, 2012). Poucos estudos trataram de espécies que também ocorrem na porção submersa da praia, e realizaram coletas nesse compartimento (Edwards, 1969; Viana *et al.* 2005).

Diante desse cenário, o documento a seguir foi estruturado em dois capítulos. O primeiro capítulo tem como objetivo analisar a distribuição espacial da população de *Olivella minuta* no entremarés, ao longo do arco praial de Barequeçaba, procurando identificar as influências dos fatores bióticos (densidade, riqueza, diversidade e equidade dos descritores da macrofauna) e abióticos (declividade, granulometria, teor de carbonato de cálcio e de matéria orgânica no sedimento) nesta distribuição.

O segundo capítulo tem como objetivo analisar o padrão de distribuição temporal de *Olivella minuta* no eixo vertical da praia de Barequeçaba, incluindo o infralitoral nas amostragens, local raramente considerado em estudos de distribuição da macrofauna de praias arenosas.

ÁREA DE ESTUDO

A praia de Barequeçaba está localizada no canal de São Sebastião ($23^{\circ}49'43''\text{S}$, $45^{\circ}26'02''\text{W}$), próxima ao maior terminal petrolífero do país o DTCS (Dutos e Terminais do Centro sul), que se encontra instalado na porção central do canal de São Sebastião, e ao lado do centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (CEBIMAR), (figura 2).

Figura 2. Localização da praia de Barequeçaba no canal de São Sebastião

Essa praia é classificada como abrigada (*sensu* McLachan, 1980) e dissipativa. Possui aproximadamente 1200 metros de extensão, delimitada por dois costões rochosos, perfil suave ($\sim 0,78^{\circ}$) e sedimento composto por areia fina e muito fina, com baixo conteúdo de matéria orgânica ($\sim 0,75\%$) (Nucci *et al.* 2001; Denadai *et al.* 2005, Tomimaga *et al.* 2006). Barequeçaba recebe constantemente descargas de água doce, provenientes de um riacho permanente localizado na porção Leste da praia e de um número

variado de pequenos cursos da água temporários (Shimizu, 1991). Além disso, há uma extensa área residencial instalada na planície costeira, evidenciada pela presença de galerias do caranguejo do gênero *Ocypode* nas ruas que dão acesso a praia (observação pessoal). A macrofauna da praia abrange mais de 20 espécies, com predomínio de espécies de poliquetas, seguidas por moluscos e crustáceos (Shimizu, 1991; Amaral *et al.* 2003) (figura 3).

Figura 3. Praia de Barequeçaba-São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo

CAPITULO 1 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Olivella minuta* NO ENTREMARÉS AO LONGO DA PRAIA DE BAREQUEÇA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

A macrofauna de praias arenosas é composta em grande parte por animais diminutos, com distribuição comumente agregada, que está intimamente relacionada à combinação de fatores físicos e biológicos. Diversos estudos têm tratado da estrutura da comunidade da macrofauna em praias abrigadas, no entanto, não há informação sobre como as populações respondem aos diferentes fatores ambientais. Diante desse cenário, o presente capítulo tem como objetivo analisar a distribuição espacial de *O. minuta* no entremarés, ao longo da praia de Barequeça, bem como os fatores abióticos (declividade e características do sedimento) e bióticos (descritores da comunidade e presas da espécie), que influenciam essa distribuição. Para análise da distribuição espacial de *O. minuta* ao longo do entremarés da praia, amostras foram obtidas em outubro de 2009, a partir de doze estações perpendiculares à linha da água, compostas por três transectos com seis níveis cada. Os fatores abióticos (declividade e características do sedimento) e bióticos (descritores da macrofauna) que compõem cada estação também foram amostrados e relacionados com a distribuição da espécie. Todo o material biológico, após lavagem em campo, foi fixado em álcool 70% e encaminhado para contagem e identificação em laboratório. Os resultados revelaram que os indivíduos ocorreram em maior densidade na porção oeste da praia, e nos ambientes mais úmidos, próximos à linha da água, como forma de evitar a dessecação. O diâmetro médio do grão, carbonato de cálcio e a matéria orgânica foram os fatores mais determinantes na distribuição da população de *O. minuta*, contrastando com a hipótese de que há influência tanto dos fatores abióticos quanto dos bióticos em tal distribuição. Os avanços apresentados no presente estudo contribuem para o conhecimento sobre a ecologia de populações de praias arenosas, principalmente ao relacionar a distribuição de uma população com os fatores ambientais que modulam o ambiente.

PALAVRAS CHAVE: ecologia bêntica, praias arenosas, distribuição espacial, macrofauna, *Olivella minuta*.

INTRODUÇÃO

A macrofauna de praias arenosas é composta em grande parte por animais diminutos, com elevado grau de mobilidade, o que permite o rápido enterramento e a construção de tocas e galerias pelos organismos (Amaral *et al.* 1999; McLachlan & Brown, 2006). Esses organismos apresentam distribuição comumente agregada, que está intimamente relacionada à combinação de fatores físicos, como energia das ondas, declividade, composição do sedimento, umidade e salinidade, e fatores biológicos, inter e intra específicos, como competição e predação (McLachlan, 1983; Veloso *et al.* 1997; Defeo & McLachlan, 2005).

Dependendo do grau de exposição e do estado morfodinâmico da praia, a influência dos fatores físicos pode predominar sobre os fatores biológicos, sendo determinantes na composição da estrutura da comunidade (Omena & Amaral, 1997; Defeo & McLachlan, 2005). No entremarés das praias arenosas expostas há um aumento na riqueza de espécies e abundância de indivíduos do estado morfodinâmico mais rigoroso (reflectivo) para o estado morfodinâmico menos rigoroso (dissipativo). Neste caso, a composição do sedimento, a declividade e a ação das ondas, são os principais fatores determinantes na composição da estrutura da comunidade (McLachlan, 1983; Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Brown, 2006). Assim como as comunidades, as populações de praias arenosas expostas também são estruturadas por fatores abióticos que modulam o ambiente (Defeo & McLachlan, 2005). No entanto, alguns estudos têm demonstrado a importância das interações biológicas intra (Brazeiro & Defeo, 1999; Lima *et al.* 2000; Defeo *et al.* 2001) e interespecíficas na abundância, estrutura e dinâmica dessa populações (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Brown, 2006). Tais estudos verificaram que as interações biológicas são relativamente mais importantes na estruturação das populações em praias expostas dissipativas, por apresentar condições

mais amenas que as praias expostas reflectivas, onde esse tipo de interação praticamente inexistente (Defeo & McLachlan, 2005).

Em contraste com o bom conhecimento sobre a ecologia de praias arenosas expostas (Defeo & McLachlan, 2005), a estrutura da comunidade e a ecologia de populações de praias abrigadas ainda são pouco conhecidas (Cardoso *et al.* 2011; Mattos & Cardoso, 2012). Na costa brasileira, alguns estudos têm tratado da estrutura da comunidade da macrofauna em praias abrigadas, sobretudo da estrutura da comunidade de moluscos (Belúcio, 1995; Denadai *et al.* 2005; Arruda & Amaral, 2003; Amaral *et al.* 2003; Camargo, 2012). No entanto, são escassas as informações de como as populações desses ambientes respondem a diferentes condições ambientais (Mattos & Cardoso, 2012).

Dentre os moluscos mais relatados nos estudos sobre a macrofauna em praias abrigadas, está o neogastropoda *Olivella minuta*, comum e abundante principalmente em praias abrigadas do canal de São Sebastião, Litoral Norte do estado de São Paulo (Shimizu, 1991; Arruda & Amaral, 2003). No entanto, as informações sobre *O. minuta* restringe-se à sua ocorrência em trabalhos sobre comunidades. Denadai *et al.* (2005), registrou a ocorrência de *O. minuta* como uma das espécies de molusco mais abundantes de praias abrigadas do canal de São Sebastião. Arruda & Amaral (2003), identificaram zonas biológicas na distribuição dos moluscos em três praias de São Sebastião e Caraguatatuba, verificando que a porção inferior da zona entremarés foi caracterizada pela presença de *O. minuta*. Shimizu (1991) relatou uma menor densidade de *O. minuta* na porção leste de Barequeçaba, devido a presença de um riacho permanente, o que possivelmente influenciou na estabilidade do sedimento e dificultou o estabelecimento da espécie. Tais estudos revelam a dependência dos indivíduos por ambientes

mais úmidos e estáveis, mais não produzem informações sobre a influência dos fatores bióticos na variação da população ao longo da praia.

Em praias arenosas abrigadas, influenciada pelo regime das marés, como Barequeçaba, provavelmente as interações biológicas atuam de forma mais relevante na distribuição das populações que em praias arenosas expostas. Neste contexto espera-se que a variação na densidade de *Olivella minuta* ao longo do arco praial seja influenciada tanto por fatores abióticos quanto por fatores bióticos que compõem o ambiente. Para afirmar tal pressuposto, foram elaboradas as seguintes hipóteses

- a) Há variação na densidade de *Olivella minuta* ao longo do arco praial da praia de Barequeçaba.
- b) Em caso afirmativo, os fatores abióticos (declividade da praia, granulometria, teor de carbonato de cálcio e matéria orgânica) e os fatores bióticos (abundância, diversidade, riqueza, equidade e presas da espécie) podem explicar esta variação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem e procedimentos laboratoriais

A amostragem para o estudo da distribuição espacial de *Olivella minuta* no entremarés ao longo da praia de Barequeçaba foi realizada de forma concentrada e intensiva, em outubro de 2009, durante maré baixa de sizígia. As estações amostrais foram demarcadas a cada 100 metros, com início no costão rochoso da porção oeste da praia (estação 1) e fim no costão rochoso próximo a porção leste da praia (estação 12), totalizando 12 estações ao longo dos 1200 metros do arco praial. Em cada estação amostral foram demarcados três transectos perpendiculares à praia, com seis níveis equidistantes a partir da linha da água, com espaçamento de cinco metros, conforme esquema da Figura 4. A distância entre as estações, transectos e níveis foram definidas após coleta previa, realizada em agosto de 2009.

Figura 4. Desenho amostral empregado para o estudo da distribuição espacial de *O. minuta* no eixo longitudinal da praia de Barequeçaba

As unidades amostrais foram coletadas utilizando um delimitador quadrado de 0,50 m de lado. O sedimento foi escavado a uma profundidade de 10 cm, ensacado e posteriormente lavado no CEBIMAR/USP, sobre um jogo de peneiras de 1,0 e 0,5 mm de malha. Todos os organismos da macrofauna retidos nas duas peneiras foram fixados em álcool 70%. Em laboratório, um total de 216 amostras biológicas obtidas foram triadas em estéreo-microscópio e os organismos da macrofauna encontrados foram separados em grandes grupos. Posteriormente, com a ajuda de referências e especialistas, os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

Em cada estação foram obtidas três amostras de sedimento, (porção inferior, média e superior do entremarés), utilizando um amostrador de 10 cm de diâmetro. Foi calculada a declividade da face da praial, com auxílio de balizas dispostas a cada 10 metros a partir da linha da água até o limite superior do supralitoral, seguindo o método proposto por Emery (1961). Em laboratório as amostras de sedimento foram lavadas para remoção de sais, secas em estufa e submetidas a peneiramento para análise granulométrica (diâmetro médio do grão e coeficiente de seleção), segundo Suguo (1973). Os

conteúdos de carbonato de cálcio e matéria orgânica foram obtidos respectivamente por tratamento com solução de HCl a 10% e por calcinação a 600°C (Amourex, 1966).

Análise de dados

A variação na densidade de *O. minuta* ao longo do arco praiar de Barequeçaba, foi investigada aplicando-se análise de variância (ANOVA) unifatorial, com auxílio do programa Portatle Statistica 8, utilizando os transectos de cada estação como réplicas. Para isso a abundância de indivíduos *O. minuta* de cada transecto foi convertida em densidade (ind/m²). Quando diferenças significativas entre as estações foram identificadas pela ANOVA, o teste *a posteriori* de Tukey HDS, foi empregado para discriminar tais diferenças.

A variação dos fatores bióticos e abióticos ao longo do arco praiar também foi investigada aplicando-se a análise de variância (ANOVA) unifatorial, com o auxílio do programa Portatle Statistica 8. Para análise dos fatores bióticos, os dados de toda a macrofauna, exceto *O. minuta*, foram transformados nos seguintes descritores da comunidade: número de indivíduos (N), riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon ($H' = \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$) e equidade ($J' = H' / \log_2 S$). Para a análise dos fatores abióticos, os dados de matéria orgânica e carbonato de cálcio foram mantidos em porcentagem, os dados de diâmetro médio do grão foram transformados em (fi), o que permite uma melhor distribuição dos resultados no gráfico. Quando diferenças significativas entre as estações foram identificadas pela ANOVA, o teste *a posteriori* de Tukey HDS, foi empregado para discriminar tais diferenças.

As relações entre a variação na densidade de *O. minuta* com os fatores abióticos (declividade e características do sedimento), bióticos (descritores da macrofauna) e com possíveis presas da espécie (tanaidáceos e poliquetas: Dr. Leonardo Yokoyama, comunicação pessoal), foram investigadas através de análises de regressão linear e não

lineares, através do Programa Portatle Statistica 8. As relações apresentadas foram selecionadas com base no maior valor de R^2 , que indica melhor ajuste da curva. Os resultados dessas relações foram fundamentais para testar a hipótese da influência dos fatores ambientais na variação da densidade de indivíduos de *O. minuta* ao longo do arco praiial de Barequeçaba.

Para investigar a influência dos componentes abióticos na variação da densidade de *O. minuta* entre as estações, foi aplicado à análise de componentes principais (PCA), com auxílio do programa Primer 6. Os dados foram padronizados, e analisados em termos das combinações lineares de variáveis que melhor explicaram as divergências entre as estações. Para investigar a influência das espécies da macrofauna na variação da densidade de *O. minuta* entre as estações, foi empregada a análise de agrupamento hierárquico (*Hierarchical Cluster analysis*) com o auxílio do programa Primer 6. Os dados foram padronizados, colocados em uma matriz e analisados com base no índice de similaridade de Bray Curtis, entre as estações. Acompanhado do teste *a posteriori* Simper, que examinou a contribuição de cada espécie na ordenação das estações. Os resultados apresentados pelas análises multivariadas foram importantes para observar como os fatores ambientais atuando de forma conjunta influenciaram na variação da densidade de *O. minuta*.

RESULTADOS

Distribuição espacial de *O. minuta* no entremarés ao longo de Barequeçaba.

A variação de indivíduos de *O. minuta* ao longo da praia de Barequeçaba apresentou-se de forma heterogênea, totalizando 484 indivíduos distribuídos ao longo das doze estações amostrais. A densidade média $\pm$ desvio padrão foi de $8,96 \pm 7,34$ ind/m², e variou significativamente entre as estações (ANOVA, g.l=11, F= 26,4, p<0,05). Com menor densidade na estação XI a maior densidade na estação II. Ao longo do arco prai-

al, ressalta-se a densidade superior de *O. minuta* na porção oeste da praia, entre as estações I a IV. As porções, central e leste da praia, representadas pelas estações V a XII, apresentaram densidades semelhantes, bem inferiores à porção oeste (figura 5). A densidade de *O. minuta* também variou entre os níveis amostrados, com maior ocorrência de indivíduos nos três níveis mais próximos a linha da água, ($12 \pm 2,1 \text{ ind/m}^2$) e menor ocorrência de indivíduos nos três níveis mais distantes da linha da água ($5,8 \pm 2,3 \text{ ind/m}^2$).

Figura 5. *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo das doze estações amostrais da praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam estações significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.

Caracterização dos fatores abióticos do entremarés, ao longo da praia de Barequeçaba.

O perfil topográfico não apresentou acentuadas variações ao longo da praia de Barequeçaba. A declividade média da face da praia foi de 1 metro a cada 56,7 metros de

distância, em direção à linha da água, e oscilou com maior declividade na estação VI, (1m/48,8m), porção central da praia, e menor declividade na estação I, (1 m/76,9m), extremo oeste da praia (Figura 6).

Figura 6. Perfil Topográfico ao longo das doze estações na praia de Barequeçaba

A composição do sedimento do entremarés, ao longo da praia de Barequeçaba, referente ao diâmetro médio do grão e coeficiente de seleção, apresentou-se de forma homogênea, sem diferença entre as estações amostrais (ANOVA, $F = 0,93$, g.l = 11, $p > 0,05$; $F = 0,53$, g.l = 11, $p > 0,05$, Figuras 7A e 7B, respectivamente). O diâmetro médio do grão entre as estações foi de 3,13 (fi) ($\pm 0,15$ DP), variando entre areia muito fina e uma pequena porção de areia fina. O coeficiente de seleção apresentou média de 0,51 ($\pm 0,15$ DP) entre as estações, variando entre moderadamente selecionado, bem selecionado e muito bem selecionado (Anexo 1). O conteúdo de carbonato de cálcio presente no sedimento da praia apresentou-se de forma homogênea, conferida através do resultado da análise de variância, (ANOVA, g.l = 11, $F = 1,89$, $p > 0,05$, Figura 7C). A porcen-

tagem média entre as estações foi de 7,89% ($\pm 2,85$ DP). O conteúdo de matéria orgânica presente no sedimento da praia também se apresentou de forma homogênea, com diferença não significativa entre as estações (ANOVA, g.l = 11, F= 2,17, $p > 0,05$, Figura 7D). A porcentagem média entre as estações foi de 2,05% ($\pm 1,09$ DP).

No entremarés, ao longo do arco praial, nenhum fator abiótico apresentou diferenças significativas entre as estações (tabela 1), o que mostra a homogeneidade referente à declividade e composição do sedimento. No entanto, esta homogeneidade pode ser decorrente da alta variabilidade dos dados amostrais nas estações.

Tabela 1. Resultados da análise de variância (ANOVA) referentes às características do sedimento entre as estações amostradas na praia de Barequeçaba.

	G.L	F	P
Diâmetro médio do grão (fi)	11	0,93	> 0,05
Coeficiente de seleção	11	0,53	> 0,05
Matéria orgânica	11	1,89	> 0,05
Carbonato de cálcio	11	2,17	> 0,05

Figura 7. Média e desvio padrão das características sedimentológicas. A) diâmetro médio do grão, B) coeficiente de seleção, C) porcentagem de carbonato de cálcio e D) porcentagem de matéria orgânica ao longo das estações amostradas na praia de Barequeçaba.

Composição da macrofauna e descritores da comunidade no entremarés, ao longo da praia de Barequeçaba

A macrofauna da praia de Barequeçaba foi representada por um total de vinte e três espécies ao longo das doze estações. Deste total, 39% foi representada pelos crustáceos, sendo o principal representante o Tanaidáceo *Psammokalliapseudes mirabilis*, com densidade muito superior as demais espécies amostradas, seguida da espécie *Metharpinia sp.* Os poliquetas contribuíram com 26 % da macrofauna, tendo a espécie *Armandia hossfeldi* como principal representante, seguida das espécies *Scoloplos ohlini* e *Dispio remanei*. Os bivalves contribuíram com 22%, representados em sua maioria pela espécie *Donax gemmula*, seguida das espécies *Ervilia nitens* e *Strigilla pisiformis*. E por fim, os gastrópodes contribuíram com 13% da macrofauna, representados em sua maioria pela espécie *Olivella minuta*, seguida por *Hastula cinerea*. As demais espécies amostradas apresentaram densidade igual ou inferior a 1 ind./m² (Anexo 2).

A variação na composição da macrofauna ao longo da praia foi investigada a partir dos seus descritores (riqueza, diversidade, densidade e equidade). A espécie em estudo *O. minuta*, foi excluída dessa análise, porém, sua distribuição e densidade foram relacionadas posteriormente com os respectivos resultados (Anexo 3).

Os descritores da macrofauna apresentaram-se de forma heterogênea ao longo da praia, constatadas através da análise de variância ANOVA ($p < 0,05$) e discriminadas através do teste *a posteriori* Tukey (HDS) (tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise de Variância (ANOVA) referente à composição do sedimento entre as estações amostradas na praia de Barequeçaba.

	G.L	F	P
Riqueza (S)	11	3,88	< 0,05
Densidade (N)	11	9,74	< 0,05
Diversidade (H')	11	256	< 0,05
Equidade (J)	11	165	< 0,05

A riqueza de espécies apresentou-se de forma heterogênea, (ANOVA, g.l=11, f=3,88, $p<0,05$, figura 8A) com média de 8,91 ($\pm 1,38$ DP), entre as estações, com riqueza superior nas estações IV e X, porções oeste e leste da praia, respectivamente, e riqueza inferior na estação VII, porção central da praia. As demais estações apresentaram valores semelhantes de riqueza. A densidade de indivíduos variou entre as estações (ANOVA, g.l=11, f=9,74, $p<0,05$, figura 8B) com média de 3419 ind./m² (± 2271 DP), com maiores valores nas porções oeste e central da praia, estações I a X, menores valores no extremo leste da praia, estações XI e XII. A diversidade de espécies e a equidade também se apresentaram de forma heterogênea, com padrões semelhantes de distribuição ao longo da praia (ANOVA, g.l=11, f= 256, $p<0,05$ e g.l=11, f= 165, $p<0,05$, figuras 8C e 8D, respectivamente). A média da diversidade entre as estações foi de 0,24 ($\pm 0,44$ DP), e para equidade foi 0,10 ($\pm 0,18$ DP), com maiores valores no extremo leste da praia, estações XI e XII. Entre as demais estações (I a X) não houve diferenças significativas para a diversidade e a equidade.

Figura 8. Média e desvio padrão dos descritores da comunidade. A) riqueza de espécies, B) densidade (ind/m²) C) diversidade e D) equidade entre as estações amostradas ao longo praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam estações significativamente diferentes, discriminadas através do teste Tukey (HDS).

Relações entre a distribuição de *O. minuta* e os fatores bióticos e abióticos que compõem a praia de Barequeçaba

Análises de regressão lineares e não lineares foram aplicadas para investigar as relações entre *O. minuta* com fatores bióticos (densidade, riqueza, diversidade, equidade), e abióticos (declividade, tamanho médio do grão, coeficiente de seleção, teor de matéria orgânica e carbonato de cálcio no sedimento), que compoem a faixa do entre-marés onde os indivíduos foram coletados. Posteriormente as variações na densidade de *O. minuta* também foram relacionadas com possíveis presas da espécie (tanaidáceos e poliquetas), que foram dominantes na praia. Os valores demonstraram relações significativas para todos os fatores ($p < 0,05$). No entanto algumas relações apresentaram-se mais fortes, outras relações foram praticamente inexistentes, conforme indicado pelos valores de R^2 .

Em relação aos fatores abióticos, foi observada uma relação linear negativa entre a densidade da espécie com o diâmetro médio do grão (Figura 9A). E uma relação praticamente inexistente com o coeficiente de seleção (figura 9B). Também referente à composição do sedimento, foi observada uma relação potencial positiva entre *O. minuta* e o teor carbonato de cálcio presente no sedimento (Figura 9C). Uma relação logarítmica negativa entre a espécie e o teor de matéria orgânica, decorrente do baixo teor de matéria orgânica na porção oeste da praia, contrastando com a alta densidade de *O. minuta* nessa porção (Figura 9D). A declividade da face praial também apresentou uma relação praticamente inexistente com a densidade de *O. minuta* (Figura 9E).

Quanto aos descritores da macrofauna, foi observada uma relação potencial positiva entre a densidade de *O. minuta* e a densidade de indivíduos que compõem a macrofauna, explicada pela baixa densidade de indivíduos incluindo *O. minuta*, na porção leste da praia (figura 10A). E uma relação praticamente inexistente entre a densidade de

O. minuta e a riqueza de espécies (figura 10B). A diversidade e equidade apresentaram relações potenciais negativas com *O. minuta* e ambas foram superiores na porção leste da praia, estações XI e XII, contrastando com a baixa densidade de *O. minuta* neste segmento da praia (Figuras 10C, D).

Em relação às possíveis presas de *O. minuta*, foi encontrada uma relação logarítmica negativa entre a densidade de *O. minuta* e a densidade de poliquetas, e uma relação potencial positiva entre a densidade de *O. minuta* e a densidade do Tanaidáceo *Psammokalliapseudes mirabilis*. E (Figura 11A, B).

Figura 9. Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e: A) diâmetro médio do grão ; B) coeficiente de seleção ; C) matéria orgânica; D) carbonato de cálcio; E) declividade. Os pontos indicam as estações.

Figura 10. Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e A) densidade; B) riqueza; C) diversidade e D) equidade. Os pontos indicam as estações.

Figura 11. Regressões lineares e não lineares simples entre a densidade de *O. minuta* e A) a densidade de poliquetas; B) A densidade de *Psammokalliapseudes mirabilis*. Os pontos indicam as estações.

A análise de componentes principais (PCA) indicou que a matéria orgânica e carbonato de cálcio foram os componentes abióticos que mais variaram ao longo da praia. Os resultados indicaram ainda, a formação de dois grupos compostos por estações semelhantes, e quatro estações com características distintas em relação aos componentes acima citados. O primeiro grupo, formado pelas estações I, II, III e IV, localizadas ao oeste da praia, e estação IX, localizada a leste da praia, apresentou semelhanças relacionadas à baixa porcentagem de matéria orgânica no sedimento, quando comparado às demais estações. Neste grupo, com exceção da estação IX, encontram-se as maiores densidades (ind/m²) de *O. minuta* ao longo da praia. Um segundo grupo, formado pelas estações V, VI, VII e VIII, localizado na porção central da praia, apresentou menor densidade (ind/m²) de *O. minuta* em relação ao primeiro grupo. As estações X, XI e XII, localizadas a leste da praia, apresentaram diferenças na composição do sedimento, porém, pode-se destacar a baixa porcentagem de carbonato de cálcio amostrada, e menor densidade (ind/m²) de *O. minuta*, na estação XI, o que as difere das demais estações (Figura 12).

Figura 12. Análise de componentes principais (PCA), ordenação das estações estudadas com relação aos fatores abióticos e as relações com a densidade de *O. minuta*, ao longo da praia. Porcentagens de explicação: PC1 = 66,5 % e PC2 = 24,1%.

A análise de agrupamento hierárquico (*Hierarchical Cluster analysis*) permitiu identificar similaridades na composição da macrofauna entre as estações, e o teste *a posteriori* Simper, examinou a contribuição das espécies para a formação de grupos, fundamentados em estações semelhantes. Com similaridade de 80% entre as estações, obteve-se a formação de dois grandes grupos e três estações com características peculiares. O que determinou tal formação foi à densidade muito superior do Tanaidáceo *Psammokalliapseudes mirabilis*, discriminada através do teste *a posteriori* SIMPER. Os valores de densidade referentes às demais espécies, incluindo a espécie em estudo *O. minuta* não influenciaram nos valores de distribuição da macrofauna.

O primeiro grupo, formado pelas estações I, IV, VII, VIII e X, apresentou densidade média de *Psammokalliapseudes mirabilis* de 4232 ind/m² (± 528 DP) e densidade

média de *Olivella minuta* de 10,4 ind/m² ($\pm 5,7$ DP). O segundo grupo, composto pelas estações, II, III, V e IX, apresentou densidade média de *Psammokalliapseudes mirabilis* de 2685 ind/m² (± 434 DP) e densidade média de *Olivella minuta* de 11,77 ind/m² ($\pm 9,6$ DP). As demais estações apresentaram divergências na densidade de *Psammokalliapseudes mirabilis*, o que impossibilitou o agrupamento. A estação VI, localizada na porção central da praia, apresentou densidade de *Psammokalliapseudes mirabilis* superior as demais estações, com 8119 ind/m². Contrariamente, as estações XI e XII, localizadas na porção leste da praia, apresentaram densidades de *Psammokalliapseudes mirabilis* inferiores às demais estações, com 43,7 e 447 ind/m². Se considerarmos um índice de similaridade de 60%, temos a formação de apenas um grupo, formado pelas estações I a X, e duas estações com características distintas, estações XI e XII, o que confirma a divergência da composição da macrofauna do extremo leste da praia em relação às outras regiões (Figura 13).

Figura 13. Análise de agrupamento hierárquico (Hierarchical Cluster analysis), similaridade (%) da macrofauna entre as estações amostradas ao longo praia de Barequeçaba.

DISCUSSÃO

A população de *O. minuta* variou ao longo do arco praial de Barequeçaba, com maior abundância de indivíduos nas quatro estações localizadas a oeste da praia, e menor abundância registrada para a porção leste da praia, onde se encontra um riacho permanente, o que pode influenciar na densidade das espécies. Para Shimizu (1991), por se tratar de uma espécie que vive na superfície do sedimento, possivelmente o efeito erosivo causado pelo riacho na porção leste da praia provoque perturbações no sedimento, o que limita a ocorrência dos indivíduos. Outro fator a ser considerado é a variação da salinidade da água intersticial do entremrés. Ouvires, (2007) em seu estudo realizado na região estuarina na Baía de Camumú-Ba, relatou a presença de *O. minuta* em regiões que apresentaram elevado valor de salinidade, e consequente ausência da espécie em regiões que apresentaram baixos valores de salinidade. No entanto, a salinidade da água intersticial de Barequeçaba não foi analisada no presente estudo. A densidade *O. minuta* também foi maior na faixa inferior da zona entremarés ao longo do arco praial, corroborando com Shimizu (1991), o que confirma a dependência dos indivíduos a ambientes úmidos, evitando assim a dessecação.

Constatada a variação na densidade dos indivíduos de *O. minuta* ao longo do arco praial de Barequeçaba, foi fundamental relacionar esta variação com os fatores abióticos e bióticos que modulam o ambiente. Neste contexto, a densidade de indivíduos de *O. minuta* foi maior nas estações compostas por sedimentos mais finos. Tal ocorrência pode estar associada às condições de sobrevivência desses indivíduos no entremarés de Barequeçaba, por serem animais diminutos os grãos mais grossos podem dificultar o seu enterramento, que nesses casos é utilizado principalmente como uma forma de evitar a dessecação (Edwards, 1969). Camargo (2012), em seu estudo sobre a distribuição de *Olivella minuta* na Baía do Araçá, apresentou resultados semelhantes à

Barequeçaba, com maior abundância de indivíduos em estações com sedimentos mais finos. Viana *et al.* (2005), em estudo no entremarés de praias do Ceará, também apontou a influência da diminuição do tamanho médio do grão do sedimento no aumento da densidade de *Olivella minuta*. Para Brown & McLachlan (1990) a densidade e distribuição de indivíduos da macrofauna são determinadas pela ação das ondas e pelo tamanho das partículas do sedimento, podendo aumentar à medida que a praia se torna mais plana e o sedimento se torna mais fino.

Ainda referente à composição do sedimento, em Barequeçaba a densidade de indivíduos de *O. minuta* foi maior nas estações com maior concentração de carbonato de cálcio, contrastando com os resultados obtidos por Camargo (2012), que indicam menor abundância de *O. minuta* em estações com maior concentração de carbonato de cálcio na Baía do Araçá. Tal fato foi relacionado com a dificuldade de enterramento encontrada pelos organismos, nessas condições. Entretanto, em Barequeçaba, a abundância de *O. minuta* relatada para as estações com maior concentração de carbonato de cálcio, pode estar relacionada ao hábito da espécie em utilizar conchas de bivalves (vivos/e ou mortos) como substrato de ovoposição, como sugerido por Marcus e Marcus, (1959). Outro fator a ser considerado é a baixa concentração de matéria orgânica obtidas nestas mesmas estações. Neste sentido, o carbonato de cálcio torna-se apenas um coadjuvante, sem maior efeito nessa distribuição. Arruda & Amaral (2003), em estudos relativos à distribuição espacial de moluscos por praias do canal de São Sebastião, relataram a ausência de *O. minuta* na praia de Barra Velha, caracterizada por maior concentração de matéria orgânica, e a ocorrência de indivíduos de *O. minuta* em outras três praias, com menores concentrações de matéria orgânica. Entretanto, as quatro praias estudadas por Arruda & Amaral (2003), apresentaram concentrações semelhantes de carbonato de cálcio. A Baía do Araçá, também apresentou menor abundância de *O. minuta* em estações com maior

concentração de matéria orgânica (Camargo, 2012). Neste caso, a maior concentração de matéria orgânica pode contribuir para uma baixa oxigenação do sedimento devido ao aumento da camada anóxica, o que provavelmente influencia a ocorrência de *O. minuta*.

Embora grande parte dos estudos tenham relatado que em locais com maior estabilidade, especialmente em praias abrigadas, os fatores bióticos sejam tão importantes quanto os fatores abióticos (Defeo & McLachlan, 2005), em Barequeçaba, as relações entre os descritores da comunidade e a densidade de *O. minuta* não explicaram o padrão de distribuição da espécie. As relações estabelecidas entre a densidade de *Olivella minuta* e a densidade, diversidade e equidade de espécies da macrofauna foram influenciadas pela baixa densidade de indivíduos da macrofauna, incluindo *O. minuta* na porção leste da praia, quando comparada as demais porções. Essa baixa densidade possivelmente está relacionada à descarga de água doce nesta porção, proveniente de um riacho permanente já relatado por Shimizu (1991), o que cria um hábitat inadequado ao estabelecimento da macrofauna, devido ao aumento da erosão no sedimento da praia, e à baixa salinidade da água intersticial (McLachlan & Brown, 2006). A relação negativa estabelecida entre a espécie e o grupo dos poliquetas pode ser um indício da influência de outros fatores bióticos na distribuição da espécie, como predação/competição, já que os poliquetas são possíveis presas da espécie (Dr. Leonardo Yokoyama, comunicação pessoal).

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível verificar a maior ocorrência de indivíduos de *O. minuta* na porção oeste de Barequeçaba com preferência aos ambientes mais inferiores do entremarés, composto por areia fina e muito fina, maior concentração de carbonato de cálcio e menor concentração de matéria orgânica. As relações estabelecidas entre a densidade de *Olivella minuta* e a densidade, diversidade e equidade de espécies da macrofauna, foram influenciadas pela presença de

um riacho permanente na porção leste da praia, o que causa uma instabilidade no sedimento e influencia a salinidade, fatores limitantes a densidade de indivíduos da macrofauna, incluindo *O. minuta*.

Diante deste cenário, ficou evidente que a distribuição de *Olivella minuta* está relacionada predominantemente com os fatores abióticos que compõem a praia, contrastando assim, com a hipótese proposta inicialmente. No entanto, como verificado para os poliquetas, outras interações interespecíficas, como predação e competição podem fornecer respostas para melhor compreensão dessa relação.

CAPITULO 2– DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE *Olivella minuta* NO EIXO VERTICAL DA PRAIA DE BAREQUEÇABA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

A distribuição dos organismos no eixo vertical de praias arenosas é uma das abordagens mais frequentes nos estudos de comunidade da macrofauna. Entretanto, são raros os estudos que abordam a distribuição de uma única população ao longo do tempo, e incluem o infralitoral no desenho amostral. Na praia de Barequeçaba, verificou-se que apenas indivíduos maiores de *O. minuta* habitam o entremarés. Diante desse cenário, o presente capítulo tem por objetivo analisar a distribuição temporal de *O. minuta* no eixo vertical do entremares de Barequeçaba, e analisar a variação de comprimento e densidade dos indivíduos entre os compartimentos da praia (entremarés e o infralitoral), ao longo de um ciclo sazonal. Para análise de distribuição temporal de *O. minuta* no entremarés da praia, amostras foram obtidas mensalmente de novembro de 2009 a outubro de 2011, a partir de cinco transectos aleatórios estabelecidos perpendicularmente à linha da água, com nove unidades amostrais. Para análise da variação de comprimento e densidade dos indivíduos entre os compartimentos da praia, amostras foram obtidas trimestralmente de junho de 2011 a março de 2012, no entremarés e infralitoral, a partir de cinco transectos aleatórios, compostos por nove e seis níveis amostrais, respectivamente. Os indivíduos amostrados em campo foram fixados em álcool 70% e encaminhados para contagem e identificação em laboratório. Os resultados da distribuição temporal revelaram um padrão de variação da espécie no entremarés ao longo do tempo, com quedas de densidade em fevereiro de 2010 e abril de 2011, relacionadas a eventos de mortalidade e/ou migração ao infralitoral. Além disso, os resultados confirmaram a hipótese de que há uma distribuição de *O. minuta* de acordo com o tamanho dos indivíduos no eixo vertical da praia, com indivíduos menores ocorrendo apenas no infralitoral e migrando para o entremarés ao longo de sua ontogenia. Os avanços apresentados no presente estudo contribuem para o conhecimento sobre a ecologia de populações de praias arenosas, principalmente ao abranger o infralitoral nas amostragens, por tratar da distribuição de uma espécie cuja distribuição não é exclusiva do entremarés.

PALAVRAS CHAVE: ecologia bêntica, praias arenosas, distribuição temporal, zonação, macrofauna, *Olivella minuta*

INTRODUÇÃO

A distribuição espacial dos organismos ao longo do eixo vertical de praias arenosas é uma das abordagens mais frequentes nos estudos da macrofauna (Defeo *et al.* 1992; Souza & Gianuca, 1995; Brazeiro & Defeo, 1996; Veloso *et al.* 1997;). Estudos com tal enfoque geralmente buscam padrões de zonação da comunidade da macrofauna e sua correspondência com esquemas propostos anteriormente (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Brown, 2006). Baseados em critérios físicos, como as quatro zonas definidas por Salvat (1964), que considera o conteúdo de água no sedimento, e critérios biológicos, como as três zonas definidas por Dahl (1952), que considera a presença de espécies características de crustáceos. No entanto, essas divisões não são fixas e podem variar de acordo com o tipo de praia e ao longo do tempo, o que cria um quadro bastante complexo e dinâmico (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Brown, 2006).

De uma forma geral, a maioria dos estudos de distribuição espacial no eixo vertical restringe-se a porção emersa da praia, onde os fatores físicos como a energia das ondas, granulometria e declividade agem de forma mais intensa (Salvador *et al.* 1998; Viana *et al.* 2005; Arruda & Amaral, 2003; Camargo, 2012). Tais estudos revelam um aumento na densidade de indivíduos da macrofauna do supralitoral em direção ao entremarés, com decréscimo na densidade registrado para o ponto de quebra das ondas (McLachlan & Brown, 2006; McLachlan, 1983). Outros estudos abrangem o infralitoral no desenho amostral (Viana *et al.* 2005; Pagliosa, 2006; Guimarães, 2007). Tais estudos revelam um aumento na riqueza e diversidade de espécies do entremarés ao infralitoral.

No entanto, poucos estudos abordam a distribuição espacial de uma única população ao longo do tempo (de Alava & Defeo, 1991; Brazeiro & Defeo, 1996; Veloso & Cardoso, 1999), mais raros ainda são os estudos que incluem o infralitoral e levam em consideração a estrutura de tamanho da população, apesar da importância dessa in-

formação como parte do padrão de zonation (McLachlan & Brown, 2006). Além do mais, estudos de estrutura e dinâmica populacional que não consideram a porção da população que habita o infralitoral, podem levar a estimativas de parâmetros populacionais equivocados (ver Denadai, *et al.* 2004; Petracco, *et al.* 2012).

Particularmente, espécies do gênero *Olivella* têm apresentado um padrão de zonation de acordo com o tamanho, conforme observado para *O. biplicata*, e sugerido para *O. baetica* e *O. pycna* (Edwards, 1969). Segundo Defeo & McLachlan (2005), por se tratarem de zonas faunísticas dinâmicas, estudos temporais em praias arenosas tornam-se essenciais para se obter uma imagem completa da distribuição de uma população ao longo do eixo vertical. Em amostragens prévias na praia de Barequeçaba, verificou-se que apenas indivíduos maiores de *Olivella minuta* habitam a zona entremarés, o que leva a cogitar a ocorrência de indivíduos menores no infralitoral.

Neste sentido, espera-se que a população de *O. minuta* apresente um padrão de ocupação vertical em Barequeçaba de acordo com o tamanho dos indivíduos, ou seja, indivíduos menores habitam o infralitoral devido às condições mais amenas, e migram para o entremarés ao longo do tempo. Para afirmar tal pressuposto, foram elaboradas as seguintes hipóteses

- a) Há uma variação na densidade de *O. minuta* no entremares de Barequeçaba, ao longo do tempo.
- b) Há diferenças no tamanho e densidade de *O. minuta*, entre os compartimentos da praia (entremarés e o infralitoral) ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem e procedimentos laboratoriais

Para o estudo da distribuição temporal de *Olivella minuta* no eixo vertical do entremarés de Barequeçaba, amostragens mensais foram realizadas entre novembro de

2009 a outubro de 2011. Optou-se por dois anos de coleta para melhor compreensão do padrão de distribuição dos indivíduos ao longo do tempo. Durante esse período foi demarcada uma área de cem metros de comprimento, paralela a linha da água na porção oeste da praia, porção com maior densidade de *O. minuta* (capítulo 1), onde mensalmente cinco transectos aleatórios, perpendiculares à linha da água foram estabelecidos. Nove unidades amostrais equidistantes foram obtidas em cada transecto, com auxílio de um delimitador quadrado de 0,50m de lado, em intervalos de 4 metros a partir do limite inferior da zona entremarés (linha da água) em direção ao supralitoral, totalizando 45 unidades amostrais mensais. (figura 14). O número de níveis amostrais, bem como a distância entre eles foram definidos após coleta pontual anterior ao longo da praia (capítulo 1).

Figura 14. Desenho amostral empregado para o estudo da variação espacial e temporal (porção emersa) de *O. minuta* na praia de Barequeçaba.

Para o estudo de distribuição temporal de *O. minuta*, no eixo vertical do entremarés e infralitoral de Barequeçaba, amostragens trimestrais foram realizadas entre os meses de junho 2011 a março de 2012, completando assim um ciclo anual. As coletas também foram realizadas na porção oeste da praia de Barequeçaba, as amostras da por-

ção emersa da praia foram obtidas de forma semelhante à distribuição espacial no entremarés (figura 14). Na porção submersa, os mesmos cinco transectos aleatórios da porção emersa foram estabelecidos. Os transectos e níveis amostrais foram delimitados com o auxílio de cordas de náilon chumbadas, estendidas e fixadas perpendicularmente à praia, desde a linha da água, até 180 metros de distância em direção ao infralitoral. Seis unidades amostrais foram obtidas em cada transecto, em intervalos de 30 metros, através do mergulho autônomo e com auxílio do delimitador quadrado de 0,50m de lado, conforme esquema abaixo (Figura 15). A distância entre os níveis e transectos no infralitoral, bem como a forma e os equipamentos utilizados para coleta foram definidos após duas coletas prévias realizadas em maio de 2011.

Figura 15. Desenho amostral empregado para o estudo da zonação (porção submersa) de *O. minuta* na praia de Barequeçaba, região do infralitoral.

Em todas as coletas, o sedimento foi escavado a uma profundidade de 10 cm, lavado com auxílio de um puçá de malha de 1,0 mm, ensacado e posteriormente disposto em bandejas plásticas para a triagem minuciosa dos indivíduos de *O. minuta*. Os in-

divíduos amostrados foram fixados em álcool 70% e encaminhados ao laboratório de manejo ecologia e conservação marinha – IO/USP. Em laboratório, os indivíduos foram quantificados e o comprimento da concha foi mensurado com auxílio de estéreo-microscópio.

Análise de dados

A distribuição temporal de *O. minuta* no entremarés, ao longo dos meses, foi investigada aplicando-se a análise de variância (ANOVA) unifatorial, com auxílio do programa Portatle Statistica, utilizando os transectos como réplicas. Quando diferenças significativas entre os meses amostrados foram identificadas pela ANOVA, o teste *a posteriori* de Tukey HDS, foi empregado para discriminar tais diferenças. Posteriormente, os resultados foram apresentados em gráficos, os quais relacionaram mensalmente a variação na densidade de indivíduos, com cada nível amostrado. Além disso, estrutura de tamanho da população foi determinada a partir dos dados de comprimento dos indivíduos, os quais foram relacionados com a densidade de indivíduos para cada ano.

A variação na densidade e comprimento dos indivíduos, entre os meses e compartimentos da praia foi investigada aplicando-se análises uni variadas, ANOVA com medidas repetidas, com o auxílio do programa Portatle Statistica 8, utilizando os transectos como réplicas. Quando diferenças significativas entre os meses amostrados foram identificadas pela ANOVA, o teste *a posteriori* de Tukey HDS, foi empregado para discriminar tais diferenças.

Posteriormente, a variação temporal de densidade e comprimento de *O. minuta* foi relacionada com os respectivos níveis de cada compartimento, e apresentados através de gráficos.

RESULTADOS

Distribuição temporal de *Olivella minuta* no eixo vertical do entremarés da praia de Barequeçaba.

A densidade de *O. minuta* na praia de Barequeçaba variou entre os meses amostrados nos dois anos de coleta (ANOVA g.l = 22, F= 11,33, $p < 0,05$). Maiores densidades foram registradas no primeiro ano, principalmente nos meses de novembro e dezembro de 2009, com subsequente decréscimo no mês de fevereiro e março de 2010. Entre os meses de abril a outubro de 2010 houve pequenas variações, com picos de abundância junho a agosto. No segundo ano de coleta foi registrada maior abundância no mês de janeiro de 2011, com subsequente queda na densidade entre os meses de fevereiro a abril, e pouca variação de maio a outubro de 2011 (Figura 16).

Figura 16. *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo dos meses amostrados na praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.

A distribuição dos indivíduos de *O. minuta* no entremarés mostrou um padrão semelhante para os dois anos de coleta. Entre os meses de novembro de 2009 a janeiro de 2010, os indivíduos foram abundantes e distribuídos por todos os níveis. Nos meses seguintes, de fevereiro a abril de 2010, observou uma queda na abundância de *O. minuta*, e a ocorrência de indivíduos limitou-se apenas aos níveis inferiores, próximos a linha da água. Entre maio de 2010 e janeiro de 2011, os indivíduos seguiram o padrão de distribuição por todos os níveis, porém com maior ocorrência nos níveis inferiores. Igualmente ao ano anterior, entre fevereiro e abril de 2011, houve uma queda na abundância de *O. minuta*, e a ocorrência de indivíduos limitou-se novamente aos níveis inferiores. Nos meses seguintes a distribuição foi similar entre os níveis, porém com menor abundância de indivíduos em relação ao ano anterior. Em um padrão geral, os indivíduos ocorreram predominantemente nos níveis próximos a linha da água, e nenhum indivíduo foi coletado acima da faixa de 32 metros da região do entremarés (Figura 17).

Figura 17. Variação temporal de densidade de *O. minuta* no entremarés ao longo dos meses na praia de Barequeçaba. Os eixos verticais indicam a distancia da linha da água, os eixos horizontais à densidade relativa (%).

Os indivíduos coletados mensalmente durante os dois anos apresentaram comprimento de concha variando entre 4,5 mm e 11 mm. Nos dois anos foi possível observar um padrão crescente de abundância versus comprimento até indivíduos de 9,5 mm, com subsequente queda na abundância de indivíduos acima de 10 mm. Além disso, nota-se o predomínio de indivíduos maiores no entremarés, ao longo dos dois anos de estudo (figura 18).

Figura 18. Distribuição anual de frequência de classes de comprimento na praia de Barequeçaba, entre o período de novembro/2009 a outubro/2011. O número no interior do gráfico indica o total de indivíduos amostrados.

Variação da densidade e comprimento de *Olivella minuta* no eixo vertical, do entremarés ao infralitoral da praia de Barequeçaba.

A densidade dos indivíduos apresentou variações significativas no eixo vertical da praia entre os meses e compartimentos (ANOVA, $g.l=3$, $f=8,15$, $p<0,05$), indicando que a abundância dos indivíduos nos compartimentos ao longo do tempo, variou de forma independente (Figura 19).

O mês de junho apresentou menor abundância de indivíduos em relação aos outros meses, com maior densidade de indivíduos no infralitoral em relação ao entremarés. Em setembro a abundância de *O. minuta* aumentou, e a densidade manteve-se maior no infralitoral. Em dezembro, novamente houve um pequeno aumento na abundância de indivíduos, porém com maior densidade no entremarés em relação ao infralitoral. O mês de março apresentou maior abundância de indivíduos entre os meses amostrados, porém

com distribuição limitada ao infralitoral e densidade muito baixa para o entremarés (Figura 20).

Figura 19: *Olivella minuta*. Média e desvio padrão da densidade ao longo dos compartimentos e meses amostrados da praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam compartimentos e meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.

Figura 20. Densidade (ind./m²) de *O. minuta* no eixo vertical da praia (zonação). Os eixos verticais indicam a densidade, os eixos horizontais indicam a distância da linha da água. As barras indicam a média e o desvio padrão. Os valores negativos indicam o infralitoral.

Houve uma interação entre meses e compartimentos (ANOVA, $g.l = 3$, $f = 8,15$, $p < 0,05$), indicando que o comprimento dos indivíduos nos compartimentos ao longo do tempo, variou de forma independente (figura 21).

O tamanho dos organismos no eixo vertical da praia apresentou média de 5,03 mm ($DP \pm 2,03$), e oscilou entre 2,5mm a 10 mm, entre os meses amostrados. Em um padrão geral, os indivíduos maiores de *O. minuta*, com tamanho superior a 4 mm, foram encontrados por todos os níveis do eixo vertical de Barequeçaba, com maior frequência registrada para os níveis próximos a linha da água, na região do entremarés. No entanto, os indivíduos menores de *O. minuta*, inferiores a 4 mm, foram registrados predominantemente nos níveis que compõem o infralitoral, mais precisamente a partir do segundo nível, e foram ausentes no entremarés (figuras 22 e 23).

Figura 21: *Olivella minuta*. Média e desvio padrão do comprimento dos indivíduos ao longo dos compartimentos e meses amostrados na praia de Barequeçaba. Letras diferentes indicam compartimentos e meses significativamente diferentes, discriminadas através do teste de Tukey HDS.

Figura 22. Distribuição da frequência de comprimento (mm) de *O. minuta* no entremarés da praia (zonação). Os eixos verticais indicam o comprimento (mm) e os eixos horizontais indicam a frequência relativa (%).

Figura 23. Distribuição da frequência de comprimento (mm) de *O. minuta* no infralitoral da praia (zonação). Os eixos verticais indicam o comprimento (mm) e os eixos horizontais indicam a frequência relativa (%).

DISCUSSÃO

A densidade de indivíduos de *O. minuta* oscilou ao longo dos meses amostrados, com maior abundância registrada para os meses de novembro, dezembro de 2009 e janeiro de 2011, e menor abundância registrada para os meses de fevereiro de 2010 e abril de 2011. Os meses seguintes apresentaram padrões gradativos de recuperação da população. De acordo com Shimizu, (1997), o entremarés de Barequeçaba apresenta um perfil deposicional (reto/ligeiramente convexo) no segundo semestre de cada ano, e um perfil mais concavo, consequência do processo erosivo que ocorre no primeiro semestre de cada ano. Possivelmente, esta variação sedimentológica é um dos fatores que influenciam a abundância de *O. minuta* ao longo do ano, principalmente por se tratar de uma espécie que vive nas camadas mais superficiais do sedimento. Camargo (2012), em estudo sobre a variação temporal de *O. minuta* na Baía do Araçá, encontrou resultados de distribuição semelhantes a Barequeçaba, e associou a variação na densidade de indivíduos ao longo do tempo, a eventos de recrutamento, mortalidade e migração.

A menor abundância registrada nos meses de fevereiro de 2010 e abril de 2011 podem estar relacionados a eventos de mortalidade e/ou migração ao infralitoral, corroborando com os dados de Camargo (2012). Entretanto, a maior abundância registrada (novembro e dezembro /2009; janeiro/ 2010) não pode ser atribuída diretamente a eventos de recrutamento, devido à ausência de recrutas no entremarés durante todo o período de estudo. A grande maioria dos indivíduos coletados no entremarés apresentou tamanho de concha entre 7,5 e 9,5mm, correspondente ao tamanho de indivíduos adultos. É muito provável que eventos de recrutamento ocorram em períodos anteriores no infralitoral de Barequeçaba, e os indivíduos menores que habitam o infralitoral migrem para a zona entremarés ao longo de sua ontogenia. Esse padrão migratório foi sugerido para *Hastula cinerea* por Petracco (2008), e verificado para o bivalve *Tivela mactroides*

(Denadai *et al.* 2005). Nos meses com menor abundância (fevereiro a abril de 2010 e 2011), a ocorrência de *O. minuta* foi predominantemente nos níveis inferiores do entre-marés, talvez um indício de uma nova ocupação realizada por indivíduos do infralitoral em direção ao entremarés.

Os indivíduos de *O. minuta* amostrados ao longo dos meses limitaram-se a uma faixa de 32 metros a partir da linha da água, em direção ao supralitoral. Nos três níveis superiores, acima dos 32 metros não houve registros de indivíduos de *O. minuta*, provavelmente pela diminuição da umidade no sedimento, e a presença de grãos mais grossos, o que dificulta o enterramento e pode levar os indivíduos a dessecação (McLachlan & Brown, 2006). Arruda & Amaral (2003), identificaram zonas biológicas na distribuição dos moluscos em três praias do litoral norte do estado de São Paulo, verificando que a porção inferior da zona entremarés foi caracterizada pela presença de *O. minuta*. Segundo esses autores, este padrão é decorrente da dependência da espécie por ambientes mais úmidos. Shimizu (1991) e Rocha-Barreira *et al.* (2005), também descreveram a ocorrência de *O. minuta* para região inferior do entremarés, região com elevada umidade no sedimento, compostas por sedimentos mais finos. Além do conteúdo de água no sedimento e granulometria, outros fatores ambientais podem ser determinantes no estabelecimento dos organismos dominantes nos níveis da praia em melhores condições (Defeo & McLachlan, 2005).

A distribuição dos organismos de acordo com o tamanho é referida para diversas espécies da macrofauna de praias arenosas, tal distribuição indica a habilidade dos indivíduos em selecionar seu hábitat, evitando a competição por alimento e espaço (Defeo & McLachlan, 2005). Espécies do gênero *Olivella* têm apresentado um padrão de zonação de acordo com o tamanho, conforme observado para *O. biplicata*, e sugerido para *O. baetica* e *O. pycna* (Edwards, 1969). Segundo esse autor, os indivíduos maiores

de *O. biplicata* apresentam tolerâncias fisiológicas mais amplas que os indivíduos menores e podem ocupar e explorar faixas mais superiores da praia, e reduzir a competição intra-específica. Além disso, esse padrão de distribuição facilita a reprodução e possibilita a população a sobreviver a flutuações extremas do ambiente físico, tais como tempestades (Edwards, 1969).

Em Barequeçaba a distribuição dos indivíduos de *O. minuta* ao longo do eixo vertical da praia seguiu o padrão supracitado na literatura. O tamanho dos indivíduos variou de 2,5 mm a 10 mm. Indivíduos maiores (>4 mm) foram encontrados tanto no entremarés quanto no infralitoral. Enquanto os indivíduos menores (<4 mm) restringiram-se apenas ao infralitoral e foram ausentes no entremarés. Esses resultados contrastam com os resultados obtidos por Camargo (2012), que relatou a ocorrência de adultos e recrutas por todo o entremarés da Praia de Pernambuco- São Sebastião. A praia de Pernambuco assemelha-se a uma planície de maré, com características físicas semelhantes do entremarés ao infralitoral, principalmente em relação ao conteúdo de água no sedimento e a menor ação hidrodinâmica do ambiente, o que favorece o estabelecimento de recrutas e adultos de *O. minuta* (Camargo, 2012).

Segundo Edwards (1969), organismos menores de *O. biplicata* tendem a apresentar menor capacidade para viver na zona de espriamento, e são mais suscetíveis à dessecação. A praia de Barequeçaba, em certos períodos pode apresentar considerável ação de ondas, além da baixa umidade no sedimento nos períodos de maré baixa. Tais fatores podem ser limitantes ao estabelecimento de indivíduos menores de *O. minuta*. No entanto, ao longo de um ciclo sazonal, ficou evidente que há migração dos indivíduos maiores do infralitoral em direção ao entremarés, provavelmente como forma de encontrar melhores condições de espaço e alimento, conforme sugerido por Defeo & McLachlan, (2005).

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar um padrão de distribuição semelhante nos dois anos em Barequeçaba, com quedas e picos de distribuição relacionados a eventos de migração e/ou mortalidade dos indivíduos ao longo dos meses. Os resultados da distribuição vertical no entremarés e infralitoral confirmaram a hipótese de que há uma distribuição de *O. minuta* de acordo com o tamanho dos indivíduos no eixo vertical da praia, com indivíduos menores ocorrendo apenas no infralitoral e migrando para o entremarés ao longo de sua ontogenia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro capítulo os resultados referentes à variação da densidade de *O. minuta* ao longo da praia, nos permitiram verificar a maior ocorrência de indivíduos de *O. minuta* na porção oeste de Barequeçaba, ocupando os ambientes mais inferiores do entremarés, como forma de evitar a dessecação.

As relações entre a variação da densidade de indivíduos e os fatores ambientais mostraram que a população foi mais abundante nas regiões da praia compostas por areia fina e muito fina, com menores concentrações de matéria orgânica e maiores concentrações de carbonato de cálcio. Também ocorreram relações entre a densidade de *Olivella minuta* e a densidade, diversidade e equidade de espécies da macrofauna, porém, influenciadas pela ação erosiva do sedimento e a variação na salinidade na porção leste da praia, devido à proximidade de um riacho permanente, fator limitante a densidade de indivíduos da macrofauna, incluindo *O. minuta*. Diante deste cenário, ficou evidente que a distribuição de *Olivella minuta* ao longo da praia está relacionada predominantemente com os fatores abióticos que compõem o ambiente, tais como as características sedimentológicas, contrastando assim, com a hipótese proposta inicialmente. No entanto, outras interações interespecíficas, não abordadas no presente estudo, como predação e competição podem fornecer respostas para melhor compreensão dessa relação.

No segundo capítulo, os resultados da variação temporal no entremarés nos permitiram observar um padrão de distribuição semelhante nos dois anos coletados. Com quedas e picos de distribuição relacionados a eventos de migração e/ou mortalidade dos indivíduos, e o predomínio de indivíduos adultos no entremarés ao longo dos meses.

Os resultados da variação na densidade e comprimento dos indivíduos entre os compartimentos confirmam a hipótese proposta inicialmente, com indivíduos maiores distribuídos por todo o eixo vertical, do entremarés ao infralitoral. Enquanto os indivíduos menores restringiram-se apenas ao infralitoral, devido às condições mais amenas desse ambiente, e migram para o entremarés ao longo de sua ontogenia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, M. S; Silva, M. A; Melo Júnior, M.; Paranaguá, M. N. & Pinto, S. L. (2006). Zooartesanato comercializado em Recife, Pernambuco, Brasil. *Rev.Bras. Zoociências*, 8(2): 99-109.
- Amaral, A, C, Z; Amaral, E, H, M; Leite, F, P, P; Gianuca, N, M . (1999). Diagnóstico sobre praias arenosas. In. Workshop. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal–MMA. 56p.
- Amaral, A. C. Z.; Denadai, M. R.; Turra, A.; Rizzo, A. (2003). Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical tide-dominated Sandy beaches. . *J. coast. Res*, v. 15, (*Special Issue*), p. 446-455.
- Amoureux, L. (1966). Étude bionomique et écologique de quelques annélides polychètes des sables intertidaux des cotes ouest de La France. *Archs. Zool. Exp. Gén.*, 107:1-218.
- Arruda, E. P. & Amaral, A. C. Z. (2003). Spatial distribution of mollusks in the intertidal zone of sheltered beaches in southeastern of Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, 20(2): 291-300.
- Arruda, E.P.; Domaneschi, O. & Amaral, A.C.Z. (2003). Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo state, Brazil. *Mar. Biol.*, 143: 691-701.
- Belúcio, L.F. 1995. Comunidades bênticas de moluscos da zona entremarés do Araçá, São Sebastião, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas. 144p.
- Boehs, G; Absher, T. M. & Cruz-Kaled, A. (2004). Composition and distribution of benthic mollusks on intertidal flats on Paranaguá Bay (Paraná, Brazil). *Sci. Mar.*, 68(4): 537-543.
- Brazeiro, A & Defeo, O. (1999). Effects of harvesting and density dependence on the demography of sandy beach populations: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of Uruguay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 182: 127-135.
- Brazeiro, A & Defeo, O. (1996). Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments. *Estuar Coast Shelf Sci* 42: 523–536.
- Brown, A. C; Mclachlan, A. (1990). *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier, Amsterdam. 328 p.
- Caetano, C. H. S; Veloso, V. G. & Cardoso, R. S. (2003). Population biology and secondary production of *Olivancillaria vesica vesica* (Gmelin, 1791) (Gastropoda: Olividae) on a sandy beach in southeastern Brazil. *J. molluscan. Stud.*, 69: 67-73.
- Camargo, R, M. (2012). Distribuição espaço-temporal de *Olivella minuta* (LINK, 1807) (Mollusca, Gastropoda, Olividae) na zona entremarés da Baía do Araçá, litoral

norte do Estado de São Paulo. Tese de mestrado. Inst. Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 83p.

- Cardoso, R. S; Mattos, G; Caetano, C, H, S; Cabrini, T, M, B; Galhardo L, B; Meireis, F. (2011). Effects of environmental gradients on sandy beach macrofauna of a semi-enclosed bay. *Mar Ecol.* v. 33, p. 106-116.
- Castro, I. B; Rodrigues-Queiroz, L. & Rocha-Barreira, C. A. (2007). Compostos orgânicos de estanho: efeitos sobre a fauna marinha – uma revisão. *Arq. Ciên. Mar. Fortaleza*, 40(1): 96-112.
- Costa Neto, E. M. (2006). Os moluscos na zooterapia: medicina tradicional e importância clínico-farmacológica. *Biotemas*, 19(3): 71-78.
- Dahl, E. (1952). Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos* 4:1–27
- de Alava, A; Defeo, O. (1991). Distributional pattern and population dynamics of *Excrolana armata* (Isopoda: Cirolanidae). in an Uruguayan sandy beach. *Estuar Coast Shelf Sci* 33:433–444.
- Defeo, O; Gómez, J. & Lercari, D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 212: 159-170.
- Defeo, O; Jaramillo, E; Lyonnet, A. (1992a). Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *J Coast Res* 8:830–839.
- Defeo, O; McLachlan, A. (2005). Patterns, process and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 295: 1- 20.
- Denadai, M. R.; Amaral, A. C. Z. & Turra, A. (2004). Biology of a tropical intertidal population of *Cerithium atratum* (Born, 1778) (Mollusca, Gastropoda). *J. Nat. Hist.*, 38(13): 1695-1710.
- Denadai, M. R; Amaral, A. C. Z. & Turra, A. (2005). Structure of molluscan assemblages in sheltered intertidal unconsolidated environments. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 48(5): 825-839.
- Dexter, D. M. (1983). Community structure of intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. In: McLachlan, A. and Erasmus, T. *Sandy beaches as Ecosystems*. The Hague, Junk. Pp 461-471.
- Dexter, D. M. (1984). Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna for four sandy beaches in southeastern New South Wales. *Australian J. Mar. Fresh. Res.* 35: 663-672.
- Edwards, D. G. (1969). Zonation by size as an Adaptation for Intertidal Life in *Olivella biplicata*. *Am. Zoologist*, 9: 339-417.

- Emery, K. O. (1961). A simple method of measuring beach profiles. *Limnology Oceanography*. 6. p 90 – 93.
- Guimarães, C.R.P; I.C. Lemos Jr, I, C.; D.L.S. Mariano, D.L.S; C.F. Santos, C.F & Menezes, A.R. (2007). Comunidades macrobênticas de praias arenosas do Sergipe. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG.2p
- Lima, M.; Brazeiro, A. & Defeo, O. (2000). Population dynamics of the yellow clam *Mesodesma mactroides*: recruitment variability, density-dependence and stochastic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 207: 97-108.
- Marcus, E & Marcus, E. (1959b). On the reproduction of *Olivella*. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Zoologia*, 24:188-199.
- Mattos, G; Cardoso, R, S, (2012). Population dynamics of two suspension-feeding bivalves on a sheltered beach in southeastern Brazil. *Helgol. Mar. Res.*, v. 66, n. 3, p. 393-400.
- McLachlan, A. (1980). The definition of sand beaches in relation to exposure: a simple rating system. *S. Afr. J. Zool.*, 76: 137-138.
- McLachlan, A. (1983). Sandy Beach Ecology - a review. In: McLachlan, A & Erasmus, T. (eds.). *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague, W. Junk. p. 321-380.
- McLachlan, A; Brown, A. (2006). *Sandy Beaches as Ecosystems*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, 373p.
- Nucci, P.R; Turra, A. & Morgado, E.H. (2001). Diversity and distribution of crustacean from 13 sheltered sandy beaches along São Sebastião Channel, south-eastern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 81: 475-484.
- Omena, E, P & Amaral, A, C, Z. (1997). Distribuição espacial de Poliquetas (Annelida) em diferentes ambientes entremares de praias de São Sebastião -SP. In. *O ecologia Brasiliensis*, vol III: Ecologia de praias do litoral brasileiro. p. 183-196.
- Ouvires T, M, S; Guerrazzi, M, C; Mariano- Neto, E. (2007). Influência de fatores ambientais no padrão de distribuição de uma comunidade de gastrópodos (Mollusca) em gradiente estuarino, Baía de Camamu, BA. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG. 2p.
- Pagliosa, R. P. (2006). Distribuição da macrofauna bêmica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da Baía da Babitonga, Sul do Brasil. *Revista Biotemas*, 19 (1); 26-33.
- Petracco, M. (2008). Produção secundária da macrofauna bentônica da zona entremarés no segmento norte da praia do Una, litoral sul do estado de São Paulo. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 236p.

- Petracco, M; Cardoso, R. S; Corbisier, T. N; Turra, A. (2012). Brazilian sandy beach macrofauna production: A review. *Brazilian journal of oceanography* , 60(4):473-484.
- Petuch, E. J. & Sargent, D. M. (1986). *Atlas of the Living Olive Shells of the World*. Coastal Education and Research Foundation, Virginia. 253 p.
- Rios, E. C. (1994). *Seashells of Brazil*. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande. 429p.
- Rocha-Barreira, C. de A.; Hijo, C.A.G.; Fernandes, D.A.O.; Silva, H.L.; Vidal, J.M.A.; Rodrigues, L.A.; Viana, M.G. & Jânico, P.R.P. (2005). Levantamento da macroinfauna bentônica de ambientes inconsolidados do estado do Ceará: faixa entremarés de praias arenosas. *Programa Ecológico e Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará*. 144p.
- Salvador, L, B; Domaneschi, O; Amaral, A, C, Z; Henriques, S, A. (1998). Malacofauna da região entremares de praias da ilha de São Sebastião-SP. *Rev. bras. Zool.* 15 (4): 1013 -1035.
- Salvat, B. (1964). Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sediments meubles intertidaux et la repartition verticale de la faune endogee. *CR Acad Sci Paris* 259: 1576–1579.
- Severeyn, H. J; Delgado, J.; Godoy, A. & Severeyn, Y.G. (2003). Efecto del derrame de petróleo del buque nissos amorgos sobre la fauna macro invertebrada bentónica del Golfo de Venezuela: cinco años después. *Ecotropicos* 16(2): 83-90.
- Shimizu, R.M. (1991). A comunidade de macroinvertebrados da região entremarés da praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. 72p.
- Shimizu, R.M. (1997). Ecologia populacional de *Scolecops squamata* (Muller, 1806) (Polychaeta: Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) da praia de Barequeçaba, São Sebastião –SP. Universidade de São Paulo. 49p.
- Short ,A, D. (1996) The role of wave height, slope, tide range and embaymentisation in beach classification: a review. *Rev Chil Hist Nat* 69:589–604.
- Short, A, D. & Wright, L, D. (1983). Physical variability of Sandy Beaches. In: McLachlan, A & Erasmus, T. (eds.). *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague, W. Junk. p. 133-144.
- Souza, J. R. B; Gianuca, N. M. (1995). Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Sci. Mar.*, 59(2): 103-111.
- Suguio, K. (1973). *Introdução a sedimentologia*. Edgard Bluche/Edusp, São Paulo. 321p.

- Turra, A.; Leite, F. P. P. (2003). The moulding hypothesis: linking shell use with hermit crab growth, morphology and shell-species selection. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 265, p. 155-163.
- Turra, A.; Denadai, M. R. (2004). Interference and exploitation components in interest-specific competition between sympatric intertidal hermit crabs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 310, p. 183–193.
- Tominaga, E, N; Rugno, N, C; Flynn, M, N. (2006). Processos hidrodinâmicos e sedimentares avaliados na região de São Sebastião-SP. Environmental and Health World Congress. Santos, Brasil. p.671-675
- Veloso, V. G; Cardoso, R. S. & Fonseca, D. B. (1997). Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entremarés do litoral fluminense. *Oecologia brasiliensis*, Rio de Janeiro, 3: 121-133.
- Veloso, V. G; Cardoso, R. S. (1999). Population biology of the mole crab *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Hippidae) at Urca beach, Brazil. *J Crustac Biol* 19:147–153.
- Viana, M. G; Rocha-Barreira, C. A. & Grossi Hijo, C. A. (2005). Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da Praia de Paracurú (Ceará-Brasil). *Braz.J. Aquat. Sci. Technol.* 9(1):75-82.

ANEXOS

Tabela 3. Dados granulométricos de acordo com os parâmetros de Folk & Ward (1957) ao longo das doze estações na região inferior, média e superior da zona entremarés da praia de Barequeçaba.

Região	Estação	D.grão (mm)	Classe de Areia	D Padrão	Grau de seleção
Inferior	E1	0,1001	Areia Muito Fina	0.3	Muito Bem Selecionado
	E2	0,0967	Areia Muito Fina	0.2	Muito Bem Selecionado
	E3	0,0941	Areia Muito Fina	0.21	Muito Bem Selecionado
	E4	0,1058	Areia Muito Fina	0.56	Moderadamente Selecionado
	E5	0,1044	Areia Muito Fina	0.38	Bem Selecionado
	E6	0,1073	Areia Muito Fina	0.43	Bem Selecionado
	E7	0,1088	Areia Muito Fina	0.46	Bem Selecionado
	E8	0,1088	Areia Muito Fina	0.46	Bem Selecionado
	E9	0,1044	Areia Muito Fina	0.4	Bem Selecionado
	E10	0,1058	Areia Muito Fina	0.41	Bem Selecionado
	E11	0,1103	Areia Muito Fina	0.47	Bem Selecionado
	E12	0,1174	Areia Muito Fina	0.46	Bem Selecionado
Média	E1	0,1029	Areia Muito Fina	0.39	Bem Selecionado
	E2	0,1096	Areia Muito Fina	0.6	Moderadamente selecionado
	E3	0,1397	Areia Fina	0.63	Moderadamente selecionado
	E4	0,1368	Areia Fina	0.79	Moderadamente selecionado
	E5	0,1259	Areia Fina	0.64	Moderadamente selecionado
	E6	0,1241	Areia Muito Fina	0.62	Moderadamente selecionado
	E7	0,1216	Areia Muito Fina	0.65	Moderadamente selecionado
	E8	0,1241	Areia Muito Fina	0.62	Moderadamente selecionado
	E9	0,1134	Areia Muito Fina	0.55	Moderadamente selecionado
	E10	0,1081	Areia Muito Fina	0.43	Bem Selecionado
	E11	0,1127	Areia Muito Fina	0.46	Bem Selecionado
	E12	0,115	Areia Muito Fina	0.44	Bem Selecionado
Superior	E1	0,1022	Areia Muito Fina	0.45	Bem Selecionado
	E2	0,125	Areia Muito Fina	0.6	Moderadamente Selecionado
	E3	0,1174	Areia Muito Fina	0.62	Bem Selecionado
	E4	0,1088	Areia Muito Fina	0.33	Muito Bem Selecionado
	E5	0,1142	Areia Muito Fina	0.39	Bem Selecionado
	E6	0,1312	Areia Fina	0.57	Moderadamente Selecionado
	E7	0,1276	Areia Fina	0.66	Moderadamente Selecionado
	E8	0,1397	Areia Fina	0.81	Moderadamente Selecionado
	E9	0,1259	Areia Fina	0.68	Moderadamente Selecionado
	E10	0,0934	Areia Muito Fina	0.63	Moderadamente Selecionado
	E11	0,1127	Areia Muito Fina	0.46	Bem Selecionado
	E12	0,1207	Areia Muito Fina	0.48	Bem Selecionado

Tabela 4. Lista de espécies da macrofauna e o número total de indivíduos amostrados no entremarés da praia de Barequeçaba.

Táxon	Abundância de indivíduos
FILO MOLUSCA	
Classe Bivalvia	
<i>Donax gemmula</i>	644
<i>Ervilia nitens</i>	118
<i>Strigilla pisiiformis</i>	107
<i>Tivela mactroides</i>	54
<i>Gouldia cerina</i>	02
Classe Gastropoda	
<i>Olivella minuta</i>	484
<i>Hastula cinerea</i>	247
<i>Cerithium atratum</i>	02
FILO ARTHOPODA	
Sub filo Crustacea	
<i>Callinectes sp</i>	02
<i>Alpheus sp</i>	06
<i>Panulirus sp</i>	04
<i>Tozeuma sp</i>	02
<i>Pnixa sp</i>	02
<i>Ogyrides sp</i>	04
<i>Emerita brasiliensis</i>	18
<i>Psammokalliapseudes mirabilis</i>	362661
<i>Metharpinia sp</i>	193
FILO ANNELIDA	
Classe Polychaeta	
<i>Armandia hossfeldti</i>	1718
<i>Scoloplos ohlini</i>	733
<i>Dispio remanei</i>	353
<i>Nephtys sp</i>	04
<i>Hemipodia californiensis</i>	11
<i>Syllidae</i>	02

Tabela 5. Valores referentes aos descritores da macrofauna, riqueza (S), número de indivíduos (N), equidade de espécies (J') e diversidade (H').

Estações	S	N	D	J'	H'
1	9	4515	0,9507	0,01558	0,03423
2	11	2872	1.256	0,02149	0,05154
3	11	2198	1,3	0,02816	0,06752
4	12	3700	1.339	0,02841	0,07059
5	11	2547	1.275	0,03047	0,07306
6	12	8153	1.221	0,01386	0,03444
7	10	3829	1.091	0,02541	0,05851
8	11	5018	1.174	0,03086	0,07401
9	11	3238	1.237	0,041	0,09831
10	13	4332	1.433	0,05285	0,1356
11	11	89	2,23	0,64	1,535
12	11	546	1.586	0,2877	0,6898