



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

MARIANE SILVA COUTINHO

Dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica  
em duas praias arenosas da Ecorregião Marinha Leste  
do Brasil

VITÓRIA

2015

MARIANE SILVA COUTINHO

Dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica  
em duas praias arenosas da Ecorregião Marinha Leste  
do Brasil

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Oceanografia Ambiental da  
Universidade Federal do Espírito  
Santo, como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre em  
Oceanografia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Fraga  
Bernardino

VITÓRIA

2015

MARIANE SILVA COUTINHO

Dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica  
em duas praias arenosas da Ecorregião Marinha Leste  
do Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. – Angelo Fraga Bernardino  
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

---

Prof. Dr. Jean Christophe Joyeux – Examinador  
Interno  
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

---

Prof. Dr. Francisco Rocha Barros – Examinador  
Externo  
Universidade Federal da Bahia/UFBA

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pois sem Ele nenhuma dessas conquistas seria possível.

Aos meus pais, que sempre fizeram de tudo para que meus sonhos se realizassem, dando todo apoio, incentivo e suporte necessário. A minha irmã, que involuntariamente aguentou todo o meu estresse e crises de desespero. A vó Naná, que mesmo de longe sempre rezou por mim, e me engordando com seus doces todas as vezes que ia visitá-la.

Ao Laboratório de Ecologia Bêntica da UFES, e ao Prof<sup>o</sup> Dr. Angelo Bernardino, pela orientação e oportunidade de realizar minha pesquisa. Aos meus colegas de laboratório, pelo companheirismo, amizade e pelo apoio e esforços a mim dedicados, em campo, sala de aula e laboratório. Além desses, a todos que me ajudaram nas intermináveis coletas.

A Capes pela bolsa concedida durante todo período do curso.

Ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Ambiental da UFES, pelo apoio logístico em campo e pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e propiciar um ambiente de incentivo a pesquisa.

Aos Drs. Jean Christophe Joyeux e Francisco Rocha Barros, por aceitarem participar como membros da banca examinadora.

Aos amigos, não citarei todos por medo de esquecer algum, mas fica o meu muito obrigado, por todos os momentos vividos, pela força nas horas que o mundo parecia que ia desabar, pelas companhias nos finais de semana na Base, por me aguentarem só falando e pensando em função de amostras lavadas, pelas revisões. Ao “Apê Badalo” que foi minha casa por um ano, que apesar do nome a badalação era toda em função de “quantas amostras tenho que lavar por dia”. À Fernanda, Júlia e Lorena, que além da amizade, eram companheiras diárias de DOC e estavam sempre prontas a incentivar e dar àquele apoio moral. À Ana Flávia e Valéria, mesmo de longe, cada uma em um canto e nos encontrando cada vez menos, o “Whatsapp” transmitiu todo o apoio.

## RESUMO

Praias arenosas são ambientes dinâmicos sob forte interação entre sedimentos, energia de ondas e variação de marés. Possuem uma grande importância ecológica e econômica, pois dominam a maioria das zonas costeiras. Associadas aos sedimentos praias, assembleias de invertebrados bentônicos estão intimamente relacionadas às forçantes hidrodinâmicas, químicas e biológicas destes ecossistemas, resultando em padrões de distribuição espaciais e temporais variáveis. Essa heterogeneidade de assembleias ocorre em escalas espaciais locais, regionais e também latitudinais, exibindo padrões biogeográficos bem conhecidos na abundância, biomassa e riqueza de espécies bentônicas. Inúmeros esforços na descrição de variações espaço-temporais da macrofauna bentônica em praias arenosas foram realizados no Brasil, sendo a maioria concentrados na Ecorregião Marinha Sudeste entre os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. O presente estudo procurou compreender escalas de variabilidade espacial e temporal na macrofauna bentônica (*i.e.* >500 µm) através de uma amostragem hierárquica em duas praias arenosas dentro Ecorregião Marinha Leste do Brasil em dois períodos temporais (inverno de 2011 e verão de 2012). Através de amostragem em praias com similar morfodinâmica, testamos a hipótese de que variações espaciais (*i.e.*, escalas de metros a centenas de metros) na estrutura de assembleias bentônicas serão mais significativas e diretamente relacionadas às variáveis abióticas se comparadas às oscilações sazonais de temperatura, produtividade (medida por disponibilidade orgânica sedimentar) e morfodinâmica praias. Como esperado, as praias apresentaram pequenas diferenças espaciais e temporais abióticas e morfodinâmicas, mas algumas diferenças na composição da fauna foram evidentes. A análise hierárquica evidenciou diferenças na densidade e composição da fauna em escalas espaciais locais (metros a centenas de metros) e temporais (inverno e verão). A abundância e composição da macrofauna respondeu diretamente ao conteúdo de matéria orgânica e granulometria sedimentares. As praias dessa Ecorregião Marinha Leste apresentaram alguns padrões particulares se comparadas a outras praias da costa brasileira, como a presença de *Nemertea* e *Oligochaeta* entre a macrofauna. Em geral, confirmamos a hipótese de que a

variabilidade espacial das assembleias macrofaunais destas praias é maior em pequenas escalas espaciais em razão de mudanças nos parâmetros sedimentares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praias arenosas, Macrofauna, Biodiversidade, Ecologia bentônica, Ecorregião Marinha Leste

## ABSTRACT

Sandy beaches are dynamic environmental under strong interaction among sand grain size, waves energy and tidal variation. This type of beach has a great economic and ecologic importance because they dominate the most coastal areas. Associated with beaches sediments, benthic invertebrates assemblages are closely related to hydrodynamic, chemistry and biological forces of these ecosystems, resulting in spatial and temporal distribution patches. These heterogeneity assemblages occur in local, regional and also latitudinal spatial scales, exhibit biogeographic patterns well know in benthic abundance, biomass and species richness. Numerous efforts in description of benthic macrofauna spatial-temporal variation on sandy beaches were realized in Brazil, mostly concentrated in Southeastern Marine Ecoregion between Rio de Janeiro, São Paula and Paraná States. This study search understand spatial and temporal scales of variability in benthic macrofauna (*i.e.* > 500 $\mu$ m) through a hierarchical sampling of two sandy beaches within Eastern Marine Ecoregion of Brazil in two different times (the winter of 2011 and the summer of 2012). By sampling on beaches with similar morphodynamic, we tested the hypothesis that spatial variation (*i.e.*, meters to hundreds meters scales) in benthic assemblages structure will be more significant and directly related to abiotic variables compared to seasonal fluctuations of temperature, productivity (measure by availability organic sediment) and morphodynamic beach. As expected, the beaches showed small spatial and temporal differences in abiotic and morphodynamic, but some differences in faunal composition were evident. Hierarchical sampling showed differences in faunal composition and density in local spatial scales (meters to hundreds meters) and temporal scales (winter and summer). The macrofauna abundance and composition responded directly to the content of organic matter and sand grain size. The beaches of Eastern Marine Ecoregion had some particular patterns compared to other beaches on Brazilian coast, as the presence of Nemertea and Oligochaeta between macrofauna. In general, we confirm the hypothesis that spatial variability of macrofauna assemblages of these beaches is greater than small spatial scales due changes sedimentary parameters.

**Key words:** Sandy beaches, Macro fauna, Biodiversity, Benthic ecology, Eastern Marine Ecoregion.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Design hierárquico utilizado na PERMANOVA.....	23
Tabela 2 – Dados abióticos medidos em campo e média por coleta dos dados sedimentares. $\Omega$ - estágio morfodinâmico de Dean, $\Phi$ - granulometria média da coleta em unidade de phi, MOT - porcentagem de matéria orgânica total sedimentar, Umid. - porcentagem de umidade sedimentar. EP: erro padrão.....	24
Tabela 3 – Dados descritores da comunidade bentônica nas coletas das duas praias. EP: erro padrão. ....	28
Tabela 4 - Análise hierárquica PERMANOVA, com os fatores estação e praia fixos e faixa e transecto randômicos. Legenda: gl: graus de liberdade; Qm: quadrados médios; $p < 0,05$ : significativo. ....	28
Tabela 5 – Análise de Similaridade Percentual (ANOSIM), com resultado do Teste Pairwise.....	35
Tabela 6 - Análise de Similaridade Percentual, mostrando as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre Putiri e entre Dos Quinze.....	35
Tabela 7 – Autovalores, variações total e acumulada para os eixos obtidos no PCA de verão para as praias de Putiri e Dos Quinze.....	37
Tabela 8 – Autovalores, variações total e acumulada para os eixos obtidos no PCA de verão para as praias de Putiri e Dos Quinze.....	37
Tabela 9 - Dados abióticos medidos em campo e média por coleta dos dados sedimentares. Onde $\Omega$ é o estágio morfodinâmico de acordo com Dean, $\Phi$ é a granulometria média da coleta em unidade de phi, M.O. T. é porcentagem de matéria orgânica total presente no sedimento, Umid. é a porcentagem de umidade que o sedimento possui. EP: erro padrão. ....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ecoregiões Marinhas do Brasil.....	14
Figura 2 – Mapa da área de estudo, com as praias estudadas em evidência.....	16
Figura 3 - Delineamento amostral das praias, em cada coleta de cada estação, evidenciando as faixas e réplicas.....	18
Figura 4 – Perfis topográficos sazonais das praias. ....	25
Figura 5: Abundância granulométrica por coleta das praias de Putiri e Dos Quinze. ....	26
Figura 6: Teor de matéria orgânica total e umidade encontrado no sedimento das praias de Putiri e Dos Quinze.....	27
Figura 7 - Biomassa (g) por praia.....	29
Figura 8 – Abundância relativa dos principais morfotipos encontrados nas praias. ....	30
Figura 9 - Distribuição vertical do Nemertea e Oligochaeta nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão.....	32
Figura 10 - Distribuição vertical do isópodos Excirolana sp. e poliqueta Psionidens sp. nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão.. ..	33
Figura 11 - Distribuição vertical do Scolelepis sp. nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão. ....	34
Figura 12: Análise Multivariada de Escalonamento (MDS), com evidência da similaridade entre as coletas em ambas as praias.....	35
Figura 14: Análise dos Componentes Principais (PCA) evidenciando a influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no inverno e no verão.....	37

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	15
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2 PLANEJAMENTO AMOSTRAL.....	16
2.2.1 Variáveis abióticas.....	19
2.2.2 Macrofauna bentônica .....	21
2.2.3 Análises estatísticas.....	22
<b>3 RESULTADOS</b> .....	23
3.1 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS PRAIAS.....	23
3.2 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA FAUNA .....	27
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	43
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>8 ANEXOS</b> .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Praias arenosas são ambientes altamente dinâmicos determinados pela interação entre o tamanho do sedimento, a energia de ondas e a variação de marés. São consideradas a transição entre continentes e oceanos e zonas amortecedoras do mar, devido a sua capacidade de absorver a energia das ondas. As praias possuem uma grande importância ecológica e econômica, pois dominam nas zonas costeiras temperadas e tropicais, representando não só um importante atrativo recreacional que sustenta muitas economias costeiras pelo mundo, mas também são hábitat de uma diversa biota terrestre e marinha (Mclachlan e Erasmus, 1983; Alongi, 1998; Mclachlan e Brown, 2006; Schlacher *et al.*, 2007; Defeo e Mclachlan, 2013).

Os valores e funções ecológicas de praias, incluindo a reciclagem de nutrientes nas regiões costeiras, suporte da pesca, fornecimento de habitats críticos para forrageamento, nidificação de aves, e capacidade de filtração de grandes volumes da água do mar, são frequentemente percebidos como secundários em relação ao seu valor econômico (Mclachlan, 1989; Mclachlan e Brown, 2006; Schlacher *et al.*, 2007). Estes ecossistemas eram considerados desertos marinhos até se iniciarem estudos sobre ecologia, taxonomia e fisiologia dos organismos bentônicos e o sistema praias passou a ser avaliado de outras maneiras. Desde a década de 1980, os estudos começaram a evoluir e as praias começaram a serem melhor caracterizadas (Mclachlan e Erasmus, 1983). Dentre a biodiversidade existente em praias, organismos bentônicos que vivem enterrados nos sedimentos, estão entre os mais diversos e são representados tipicamente por anelídeos, moluscos e crustáceos (Mclachlan e Brown, 2006).

Estudos mostraram que as assembleias bentônicas possuem padrões biogeográficos em relação a sua riqueza, biomassa e abundância. Foi observado que a abundância e biomassa da macrofauna bentônica aumentam de praias tropicais para praias temperadas, enquanto que a riqueza possui um padrão contrário, aumentando em direção aos trópicos. Estes padrões podem ser influenciados por fatores de larga, meso ou pequena escala, que associados às características físicas do ambiente determinam a composição da fauna (Mclachlan *et al.* 1998; Defeo e Mclachlan, 2005; Mclachlan e Dorvlo, 2005).

Fatores latitudinais de larga escala influenciam na distribuição da fauna ao nível de comunidade e população. A latitude influencia nos tipos morfodinâmicos das praias, que podem ser refletivas, intermediárias ou dissipativas, e ainda ter regimes de micromaré ou macromaré (Wright e Short, 1984). Praias do tipo refletivas são acrescionais, estreitas e íngremes, com granulometria grossa, formada por condições de ondas e marés pequenas, que quebram diretamente na face da praia, já que a zona de surfe é pequena ou inexistente. Estas praias são mais comuns nas regiões tropicais, onde apresentam uma maior riqueza de espécies em relação às dissipativas, e possui uma baixa produtividade, subsidiada pelos “inputs” orgânicos vindos do mar. Este padrão é mais evidente em crustáceos do que em poliquetas e moluscos, e estão associados principalmente a fatores como temperatura (Brown e Mclachlan 1990; Mclachlan, 1990; Defeo e Cardoso, 2004; Defeo e Mclachlan, 2005; Mclachlan e Dorvlo, 2005). As praias dissipativas são planas e largas, com uma ampla zona de surfe, portanto, alta energia de ondas e granulometria fina. São dominantes em regiões de altas latitudes, com a tendência de apresentar uma maior biomassa e abundância em relação às praias refletivas, possivelmente pelo fato de haver uma maior disponibilidade de alimento, já que a alta produtividade é principalmente provida pela abundante fauna fitoplanctônica, na zona de surfe (Brown & Mclachlan 1990; Mclachlan, 1990; Defeo e Cardoso, 2004; Defeo e Mclachlan, 2005; Mclachlan e Dorvlo, 2005).

Os fatores de mesoescala, como as características físicas da praia, influenciam principalmente na distribuição da fauna dentro de uma praia, na sua direção ao longo e perpendicular à costa. Em relação à distribuição ao longo da costa, a riqueza aumenta em praias com maiores comprimentos (Brazeiro, 1999), enquanto, a composição e abundância aumentam em praias com menores declividades e granulometria (Degraer *et al.*, 2003) e diminuem do centro da praia para as regiões laterais (Schoeman e Richardson, 2002). Esses padrões podem ser explicados por variações nos fatores físicos como exposição da praia, salinidade e granulometria associados aos fatores bióticos, como interações intra e interespecíficas (Lastra e Mclachlan, 1996; Mclachlan 1996; Dugan e Mclachlan, 1999; Schoeman e Richardson, 2002; Defeo e Mclachlan, 2005). E por último, os

fatores de microescala também influenciam a distribuição da fauna em manchas, são importantes em escalas de milímetros a metros (Defeo e Mclachlan, 2005).

A composição da macrofauna ao longo das praias normalmente relaciona-se às forçantes hidrodinâmicas, químicas e biológicas, onde indivíduos encontram-se distribuídos heterogeneamente em manchas e zonas praias. Essas manchas ocorrem através da separação passiva pelas ondas e espraiamento, pela concentração em áreas com maior disponibilidade de alimento, por variações marcantes dos padrões abióticos ao longo de um perfil praias e por agregações biológicas (Defeo e Mclachlan, 2005; 2013; Mclachlan e Brown, 2006). Isto é explicado por Mclachlan (1990), na adaptação da Hipótese Autoecológica, no qual as espécies apresentam respostas individuais independentes ao ambiente físico (Mclachlan e Dorvlo, 2005). Em razão destas diferenças locais e regionais na dinâmica de praias, que ocorrem em escalas espaciais de metros a centenas de metros, assembleias bentônicas praias exibem distinta abundância, composição e diversidade. Assim, a compreensão das escalas de variabilidade das assembleias bentônicas é essencial para explicar padrões de distribuição da fauna e conseqüentemente permitem avaliações de impactos e manejo destes ecossistemas frente às intervenções humanas.

O Brasil possui mais de sete mil quilômetros de região costeira, contando com inúmeras praias arenosas. Apesar dessa ampla área, da relevância do ambiente e dos organismos, os estudos publicados existentes são considerados insuficientes para garantir sua preservação, sendo a maioria concentrado na região sudeste e sul do país. Para facilitar os estudos biogeográficos das regiões marinhas, estas foram divididas em Ecoregiões de acordo com a taxonomia, mas levando em consideração a evolução, padrões de dispersão e isolamento. De acordo com esta classificação, o Brasil possui oito Ecoregiões Marinhas, desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (Amaral, 2005; MMA, 2007; Spalding *et al.*, 2007).

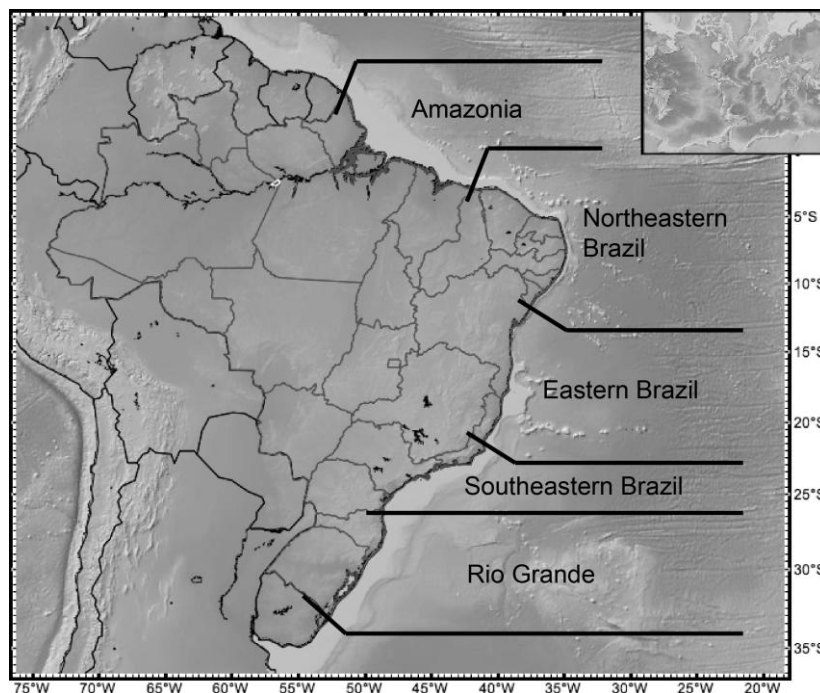


Figura 1 – Ecoregiões Marinhas do Brasil.

Em geral, as Ecoregiões marinhas ao Norte do Brasil, da Amazônia ao Nordeste, são dominadas por praias dissipativas de macromaré e intermediárias de micromaré, respectivamente. Os poliquetas são dominantes em praias da Ecorregião Marinha Amazônia e na parte de sublitoral da Ecorregião Marinha Nordeste, em razão de alta predominância de areia fina (Albuquerque, 2010; Viana et al, 2005). As Ecoregiões Marinha Sudeste (Rio de Janeiro ao Paraná) e Rio grande (Santa Catarina e Rio Grande do Sul) são as que mais contam com estudos sobre a fauna bentônica de praias. As praias da Ecorregião Sudeste geralmente são abundantes em poliquetas e crustáceos, com positiva resposta á distribuição granulométrica (Veloso *et al.*, 1997; Amaral *et al.*, 2003; Veloso, Caetano e Cardoso, 2003). A Ecorregião de Rio Grande é caracterizada principalmente por praias dissipativas e intermediárias, com granulometria fina e baixa declividade, resultando na dominância de moluscos além dos poliquetas e crustáceos (Souza e Gianuca; 1995; Borzone, Souza e Soares, 1996; Calliari, Klein e Barros, 1996).

Neste contexto, o presente estudo procurou identificar escalas de variabilidade espacial e temporal na macrofauna bentônica (*i.e.* >500  $\mu\text{m}$ ) de duas praias arenosas dentro Ecorregião Marinha Leste. Através de amostragem

hierárquica espacial em dois períodos temporais (inverno de 2011 e verão de 2012) de duas praias de similar morfodinâmica, testamos a hipótese de que variações espaciais locais (*i.e.* escalas de metros a centenas de metros) na estrutura das assembleias bentônicas serão mais significativas e diretamente relacionadas às variáveis abióticas se comparadas às menores oscilações sazonais de temperatura, produtividade e morfodinâmica praial.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

Neste projeto foram amostradas as praias de Putiri (19°54'20"S, 40°5'54"W) e Dos Quinze (19°53'45.6"S, 40°05'31.3"W), localizadas dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas no município de Aracruz-ES (Figura 2). As praias estudadas estão localizadas ao sul da Ecorregião Leste do Brasil, que abrange o litoral da Bahia e Espírito Santo (Spalding *et al.*, 2007). O litoral da APA Costa das Algas é caracterizado por depósitos quaternários poucos desenvolvidos e delimitados pela Formação Barreiras, existindo locais onde se encontram diretamente com a praia, com a exceção de alguns vales de desembocadura como os do Rio Piraquê e Reis Magos (Martin *et al.*, 1996). Estas praias apresentam uma retrogradação devido ao pequeno aporte fluvial e vulnerabilidade abrasiva das areias carbonáticas, sendo caracterizadas como expostas e semi-expostas. A classificação morfológica é formada pela meso unidade de cordão litorâneo largo, enquanto que sua morfodinâmica é de praias refletivas (Albino *et al.*, 2006). Na plataforma continental interna e na antepraia são constatados terraços de abrasão que dissipam a energia das ondas incidentes, reduzindo a amplitude de variação da altura de ondas, resultando em uma pequena variação topográfica sazonal dos perfis praias e a composição das areias é predominantemente bioclástica (Albino *et al.*, 2001)



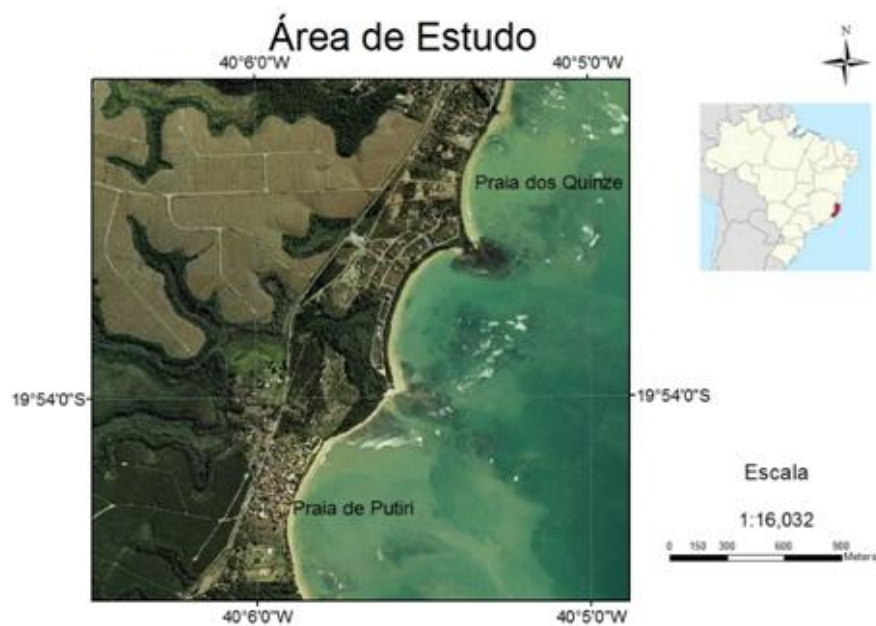


Figura 2 – Mapa da área de estudo, com as praias estudadas em evidência.

O clima da região é caracterizado por chuvas tropicais de verão e durante o outono e inverno a estação seca, mas devido às massas polares que atuam durante o período de seca pode ocorrer precipitações frontais de descargas. Os ventos de maior frequência são provenientes de Leste - Nordeste, associados aos ventos alísios que sopram durante a maior parte do ano. Enquanto que os de maior intensidade são de Sudeste, que estão relacionados as frentes frias que chegam frequentemente a costa do estado. A temperatura média anual é de 22°C, sendo a mínima 15°C e a máxima de 30°C. O padrão de ventos influencia na direção das ondas, que são principalmente de Nordeste. O litoral do Espírito Santo possui regimes de micromarés (< 2m; Diretoria de Hidrografia Nacional - DHN).

## 2.2 PLANEJAMENTO AMOSTRAL

Foram realizadas 3 campanhas amostrais em cada praia durante as estações de inverno (Jul-Set 2011) e verão (Jan-Fev 2012; Tabela 1). Cada praia foi sistematicamente dividida em três faixas (Fx1, Fx2 e Fx3), separadas entre si por 20-30 metros, onde cada faixa foi subdividida em três transectos amostrados sistematicamente a cada 4 metros resultando em 8-9 réplicas por transecto

distribuídas ao longo da região entremarés, totalizando 894 amostras de fauna (Figura 3).

A estrutura da comunidade bentônica em praias arenosas expostas possui uma alta variação espacial em duas dimensões: ao longo da praia, ou seja, paralelo à linha de costa, e ao longo da face da praia, das dunas ao espraiamento. Esta última variação é mais pronunciada em termos de escala local. Para quantificar esta variação, os ecólogos de praias chegaram a um consenso em que o delineamento estratificado ao longo da face (*i.e.* por transectos) cobrindo todo o entremarés, é a melhor maneira, pois ele assume que serão fornecidas amostragens suficientes dos nichos ao longo da face (Schlacher *et al.*, 2008). Cada transecto é visualizado como uma amostra unitária da comunidade, representando apenas uma parte da face da praia, ao se replicar apropriadamente estes transectos, é possível obter a variação ao longo da praia (Schoeman, Wheeler e Wait, 2003; Schlacher *et al.*, 2008). A fim de também obter a visualização ao longo da praia, os transectos foram triplicados em três partes da praia (faixas). As amostragens ao longo do ano foram para determinar a componente de variação sazonal nas assembleias bentônicas, e compará-las com os componentes espaciais.

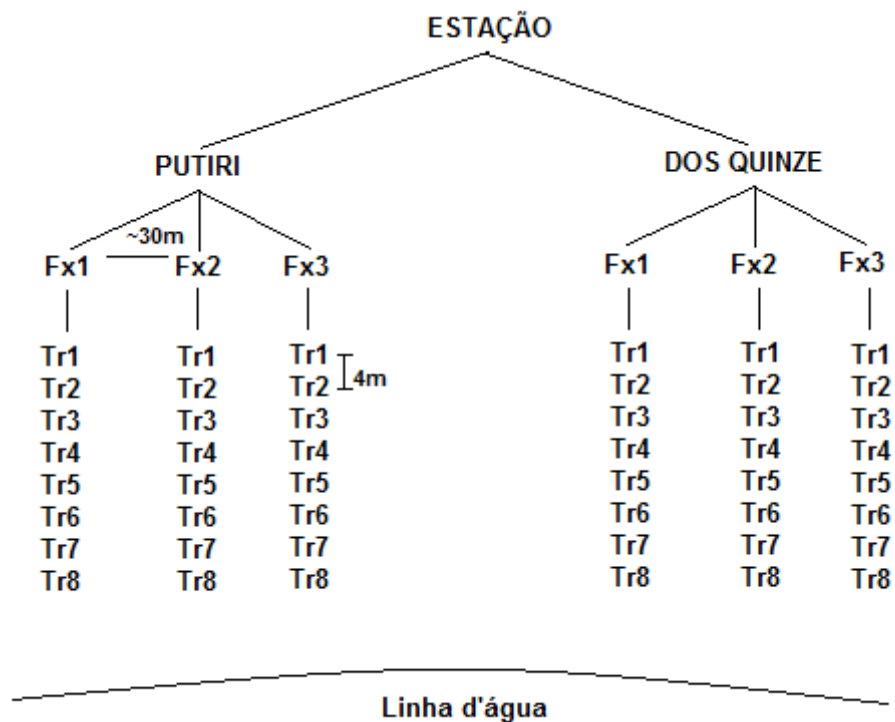


Figura 3 - Delineamento amostral das praias, em cada coleta de cada estação, evidenciando as faixas e réplicas. Legenda: Fx: faixa; Tr: transecto; R: réplicas.

### **2.2.1 Variáveis abióticas**

Em campo foram coletados dados de temperatura e salinidade da água através de um multiparâmetro, além de medições do período e a altura de ondas na região central de cada praia. O período (T) foi calculado através do intervalo de tempo que onze cristas consecutivas levaram para passar por um ponto fixo, e depois dividido por dez. A altura de ondas ( $H_b$ ) foi estimada no momento de quebra, a partir de medidas de cinco ondas e depois feita uma média (Cunha e Guerra, 2002).

O perfil topográfico das praias foi determinado através de uma simples técnica proposta por Emery (1961). Duas balizas de madeira com 1,5 metros de comprimento foram posicionadas perpendicularmente à linha d'água, e a diferença de altura foi medida a cada distância ao longo da região entre-marés. A diferença de altura medida em vários pontos formou o perfil topográfico.

O estágio morfodinâmico ( $\Omega$ ) das praias foi determinado de acordo com parâmetros granulométricos e hidrodinâmicos (Wright & Short, 1984). Também conhecido como Parâmetro de Dean, o estágio foi aplicado para classificar as praias, sendo que ( $\Omega > 6$ ) indicam praias muito erodidas por ondas e por isso planas, conhecidas como dissipativas, e valores ( $\Omega < 1$ ) indicam capacidade limitada das ondas em erodir, ou seja, praias refletivas, e valores ( $1 < \Omega < 6$ ) indicam o estágio intermediário. Este estágio foi calculado pela fórmula:

$$\Omega = H_b / W_s \times T$$

onde  $H_b$  é a altura da onda na arrebentação, T o período de onda e  $W_s$  é a velocidade de decantação da areia da face praial (Wright & Short, 1984). Para o cálculo de  $W_s$ , calculou-se o diâmetro mediano da areia através do programa Gradstat V6 (Blott, 2008), que utiliza somente as amostras da zona de espraiamento.

Amostras de sedimento para análises granulométricas, matéria orgânica total (MOT) e clorofila-a sedimentar foram coletadas aleatoriamente em um transecto por faixa ao longo de toda a região entre marés, utilizando-se um

amostrador de 7 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade (5 cm superficiais para matéria orgânica total). As amostras foram armazenadas a -20°C até o momento da análise. Para a análise de granulometria, o sedimento foi lavado com água destilada para a retirada completa de sal, seco na estufa à 60°C e, posteriormente, pesado, peneirado e classificado de acordo com a escala de *Wentworth* (Suguio, 1973). Em laboratório, as amostras de matéria orgânica total foram descongeladas e homogeneizadas. Uma parte do sedimento coletado foi pesado (P1) em placa de petri pré-pesada e identificada. Esta amostra na placa foi mantida em estufa a 60°C por 48h, resfriada até a temperatura ambiente e pesada novamente (P2). Foi calculado o conteúdo de água perdido por meio da diferença entre P2 e P1. Aproximadamente 5g desse sedimento foi transferido para um cadinho (PS<sub>pré</sub>), pré-pesado e identificado, e levado à calcinação na mufla a 450°C por 4h. Após a calcinação, a amostra foi resfriada e pesada (PS<sub>pós</sub>). O percentual de matéria orgânica (MO) foi calculado utilizando-se a fórmula abaixo e conjuntamente calculada a perda de umidade do sedimento.

$$\% \text{ MO}_{\text{perdida}} = ((\text{PS}_{\text{pré}} - \text{PS}_{\text{pós}}) / \text{PS}_{\text{pré}}) \times 100$$

Para a análise de clorofila-a sedimentar, o sedimento coletado foi isolado do contato com a luz e congelado. Foram separadas 3 amostras de cada faixa para análise em um local de baixa luminosidade, e após homogeneizadas, aproximadamente 3g de sedimento da amostra foram colocados em tubo de ensaio com 5 mL de acetona à 100%. A clorofila foi extraída do sedimento por meio de agitação e sonicação por 10 minutos. Após a extração, as amostras repousaram protegidas da luz a 4°C por 18 a 24 horas. Posteriormente, foram centrifugadas por 15 minutos. O sobrenadante foi pipetado e analisado em espectrofotômetro nos comprimentos de 665 e 750nm, e posteriormente, nos mesmos comprimentos após acidificação (4 gotas de ácido clorídrico 10%). As amostras foram analisadas em duplicata. Os cálculos para a obtenção das concentrações de clorofila a e feopigmento (acidificado) do sedimento foram realizados de acordo com as equações de Lorenzen (1967).

$$\text{Clor } (\mu\text{gg}^{-1}) = 26,7 * ((\text{C665} - \text{C750}) - (\text{F665} - \text{F750})) (\text{vol. água} + \text{vol. acetona}) / \text{peso amostra úmida} - \text{vol. água}$$

$$\text{Feop } (\mu\text{gg}^{-1}) = 26,78 * ((1,7 (\text{F665} - \text{F750})) - (\text{C665} - \text{C750})) (\text{vol. água} + \text{vol. acetona}) / \text{peso amostra úmida} - \text{vol. água}$$

onde 26,7 é o coeficiente da absorbância da Clorofila *a* corrigido para a absorbância inicial da concentração; C665 e C750 são as leituras nas densidades ópticas de 665 e 750nm; F665 e F750 leituras nas densidades ópticas de 665 e 750nm após a acidificação com HCl e 1,7 é a taxa de C665/F665 na ausência de feopigmentos.

### **2.2.2 Macrofauna bentônica**

Cada réplica amostral para macrofauna foi obtida com um amostrador de PVC de 20 cm de diâmetro (0,0314 m<sup>2</sup> de área superficial) a uma profundidade 20 cm. Em campo, a amostra foi formalizada à 4% e posteriormente (> 48hs) elutriada por 20 minutos em água corrente e peneirada em malha de 0,5 mm onde o material retido foi preservado em álcool 70%. Em laboratório, a macrofauna bentônica foi triada e identificada ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de um microscópio óptico e com a ajuda de chaves de identificação. Para evitar a autocorrelação espacial nas amostras de cada transecto, as réplicas amostrais de cada transecto foram tratadas como uma unidade amostral (Schlacher *et al.*, 2008). A densidade da fauna amostrada em cada transecto foi normalizada para m<sup>2</sup> para permitir comparação das diferenças espaciais e temporais em cada praia.

Após a identificação, a biomassa da fauna foi medida em balança de precisão 0,0001g (gramas de peso úmido; Amaral e Rossi-Wongtschowski, 2004). Devido ao tamanho dos animais serem muito pequenos, a pesagem foi feita em grandes grupos como Anellida, Nemertea, Isópoda, Anfípoda e outros morfotipos.

### **2.2.3 Análises estatísticas**

A variabilidade espaço-temporal nas praias foi avaliada a partir dos dados abióticos de granulometria, MOT e umidade sedimentar. Foram testadas diferenças entre as estações de inverno e verão, e espacialmente dentro das estações as duas praias aos níveis de faixas (N=3) e transectos (N=3) por testes de variância ANOVA two-way. Todos os testes foram aplicados com a significância  $p < 0,05$  no software BioEstat 5.0 (Zar, 2010).

Análises multivariadas foram aplicadas aos dados de fauna em conjunto com a avaliação dos descritores ambientais e índices. Para testar a variabilidade na composição da macrofauna, dados de abundância em cada transecto foram submetidos à análise de ordenação de escala multidimensional (MDS) associada à análise cluster, com uma transformação de raiz à quarta e coeficiente de Bray-Curtis (Barros, Borzone e Rosso, 2001). A transformação é para balancear as espécies raras e dominantes, reduzindo o peso de cada espécie na composição da fauna (Clarke e Warwick, 2001). Para complementar o MDS foi realizada a análise de permutação ANOSIM, no intuito de avaliar a significância das diferenças encontradas entre as praias e estação, no ordenamento. A análise através do procedimento de similaridade porcentual (SIMPER) foi utilizada para identificar os morfotipos dominantes nas praias e na estação e sua contribuição para as diferenças entre os grupos testados no ANOSIM (Clarke e Gorley, 2006). A significância encontrada nos dados de abundância pelo ANOSIM foi verificada através de teste de permutação PERMANOVA. Este teste foi feito de maneira hierárquica (Tabela 1), onde os transectos ( $n=3$ , Aleatório) são dependentes das faixas ( $n=3$ , Aleatório), e estas por sua vez, são dependentes de cada praia ( $n=2$ , Fixas), dentro de sua estação ( $n=2$ , Fixas). Dados de biomassa e índices de riqueza de espécies, biodiversidade de Margalef e Shannon foram testados pela PERMANOVA hierárquica. Todas as análises foram realizadas com o software PRIMER 6.0 & PERMANOVA. Os principais fatores ambientais mensurados nas praias, incluindo a granulometria, MOT, umidade e clorofila-*a* em cada campanha amostral foram testadas através da análise de componente principal (PCA), a fim de verificar a correspondências destes fatores com a composição e distribuição da fauna.

Tabela 1 – Design hierárquico utilizado na PERMANOVA.

<b>Fator</b>	<b>Hierárquico em</b>	<b>Fixo/Randômico</b>
<b>Estação</b>		Fixo
<b>Praia</b>	Estação	Fixo
<b>Faixa</b>	Praia	Randômico
<b>Transecto</b>	Faixa	Randômico

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS PRAIAS**

A variabilidade abiótica espaço-temporal das praias foi mínima, indicando grande homogeneidade nas condições oceanográficas, sedimentares e climáticas. A altura de ondas variou de 72cm a 1,33m, enquanto o período foi de 53s a 1m 45s, não apresentando variação significativa temporal e espacial, entre as praias de Putiri e dos Quinze. A temperatura variou de 21-23°C e a salinidade de 29 a 38, entre as coletas. O estágio morfodinâmico de Dean variou de 0.29 a 0.96, indicando morfodinamismo refletivo em ambas as praias em todas as coletas. A concentração de clorofila *a* sedimentar em ambas as praias foi baixa e na maioria das coletas de verão não foi detectada. O teor de pheopigmentos também apresentou baixa concentração, sendo detectado em apenas uma coleta do inverno e duas do verão (Tabela 2).



Tabela 2 – Dados abióticos medidos em campo e média por coleta dos dados sedimentares.  $\Omega$  - estágio morfodinâmico de Dean,  $\Phi$  - granulometria média da coleta em unidade de phi, MOT - porcentagem de matéria orgânica total sedimentar, Umid. - porcentagem de umidade sedimentar. EP: erro padrão.

Coleta	Data	Praia	Maré	T(s)	Hb (cm)	Temp. (°C)	Salinidade	$\Omega$	$\Phi$	M.O. T.(g)	Umid. (g)	Clorofila a ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )	Feopigmentos ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )
Inverno 1	14/07/11	Putiri	0.1	78.33	116.6	22.6	37.23	0.72	1.87( $\pm 1$ )	1.64( $\pm 0$ )	12.23( $\pm 3.54$ )	0.09( $\pm 0.02$ )	ND
	15/07/11	Dos Quinze	0.5	72.33	119.4	23.0	36.3	0.95	1.52( $\pm 1$ )	2.00( $\pm 3$ )	11.26( $\pm 0.77$ )	0.26( $\pm 0.06$ )	ND
Inverno 2	17/08/11	Putiri	0.2	72.67	72.2	23.1	38.75	0.57	1.84( $\pm 0$ )	2.45( $\pm 0$ )	9.88( $\pm 2$ )	1.41( $\pm 0.47$ )	ND
	18/08/11	Dos Quinze	0.2	105	90.6	22.1	37.94	0.72	1.73( $\pm 1$ )	5.93( $\pm 2$ )	8.83( $\pm 1$ )	0.26( $\pm 0.06$ )	ND
Inverno 3	13/09/11	Putiri	0.2	73.67	121.8	23.6	38.45	0.96	1.83( $\pm 0$ )	2.74( $\pm 0$ )	9.64( $\pm 1$ )	ND	0.62( $\pm 0.61$ )
	14/09/11	Dos Quinze	0.2	67.33	107.6	23.6	38.4	0.32	1.43( $\pm 1$ )	2.68( $\pm 1$ )	11.44( $\pm 0.76$ )	0.07( $\pm 0.11$ )	ND
<b>Média (EP)</b>				<b>78.22(<math>\pm 5.54</math>)</b>	<b>104.70(<math>\pm 7.99</math>)</b>	<b>23.03(<math>\pm 0.23</math>)</b>	<b>37.85(<math>\pm 0.38</math>)</b>	<b>0.75(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>1.70(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>2.91(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>10.55(<math>\pm 0.53</math>)</b>	<b>0.42(<math>\pm 0.23</math>)</b>	<b>0.62</b>
Verão 1	10/01/12	Putiri	0.3	64	133.4	22.3	31.9	0.54	1.76( $\pm 0$ )	2.95( $\pm 0$ )	10.24( $\pm 0.35$ )	ND	0.24( $\pm 0.50$ )
	11/01/12	Dos Quinze	0.3	74	119.4	23.6	34.3	0.38	1.71( $\pm 0$ )	2.36( $\pm 0$ )	12.00( $\pm 0.26$ )	ND	1.04( $\pm 0.57$ )
Verão 2	23/01/12	Putiri	0.3	76.67	119	23.7	29.5	0.40	1.72( $\pm 1$ )	2.90( $\pm 0$ )	8.27( $\pm 1$ )	ND	ND
	24/01/12	Dos Quinze	0.3	77.33	94.4	21.6	29.5	0.71	1.72( $\pm 1$ )	3.64( $\pm 1$ )	10.70( $\pm 2.18$ )	0.23( $\pm 0.03$ )	ND
Verão 3	06/02/12	Putiri	0.3	53.33	76.6	22.0	35.6	0.41	1.84( $\pm 0$ )	2.74( $\pm 0$ )	8.02( $\pm 0$ )	0.85( $\pm 0.57$ )	ND
	07/02/12	Dos Quinze	0.2	91.67	91.6	23.3	35.75	0.29	1.68( $\pm 1$ )	2.35( $\pm 0$ )	8.65( $\pm 0$ )	1.54( $\pm 0.72$ )	ND
<b>Média (EP)</b>				<b>72.8(<math>\pm 5</math>)</b>	<b>105.13(<math>\pm 8.77</math>)</b>	<b>22.75(<math>\pm 0.37</math>)</b>	<b>32.76(<math>\pm 1.17</math>)</b>	<b>0.45(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>1.74(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>2.83(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>9.65(<math>\pm 0</math>)</b>	<b>0.87(<math>\pm 0.27</math>)</b>	<b>0.64(<math>\pm 0.23</math>)</b>

Os perfis praias também corroboram a estabilidade nas condições morfodinâmicas das praias em ambas as estações. A Praia de Putiri apresentou uma faixa de areia de maior extensão (31 e 33m) em relação à Praia dos Quinze (24 e 30m) e foram observadas pequenas diferenças sazonais no perfil praias (Figura 4).

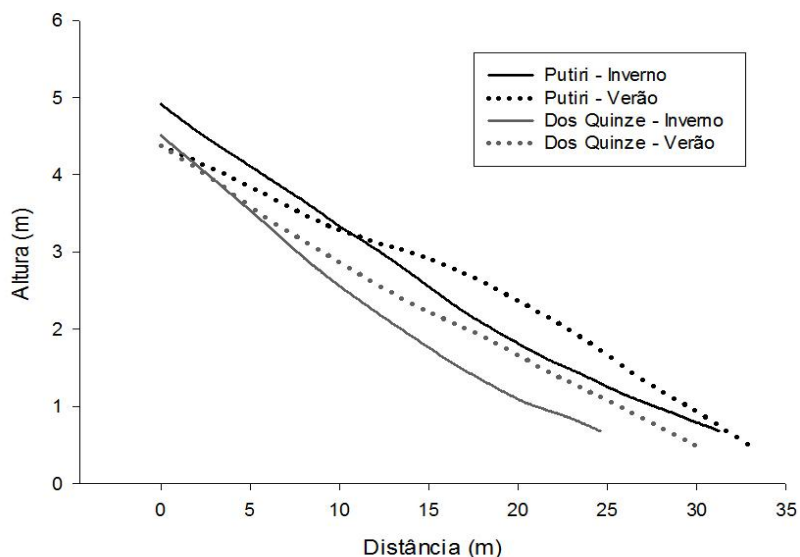


Figura 4 – Perfis topográficos sazonais das praias.

A granulometria não apresentou variação sazonal em ambas as praias. A praia de Putiri apresentou variações pontuais em sua distribuição granulométrica (ANOVA,  $F=5,67$   $p=0,0001$ ), onde foi observado um aumento da abundância dos sedimentos grosseiros em relação aos finos, com destaque para a areia média, que aumentou do inverno para o verão (32%- 41%) em relação a areia fina (41%- 32%), que diminuiu. O phi médio de Putiri variou de 1,76 a 1,81, indicando um grau de selecionamento moderado. Já a praia Dos Quinze não apresentou diferenças significativas em sua granulometria, mesmo tendo sido observado um aumento na abundância de areia média do inverno para o verão (25%-35%) e diminuição da areia fina (35%-30%). O phi médio variou de 1,43 a 1,73, indicando um baixo selecionamento (Figura 5).

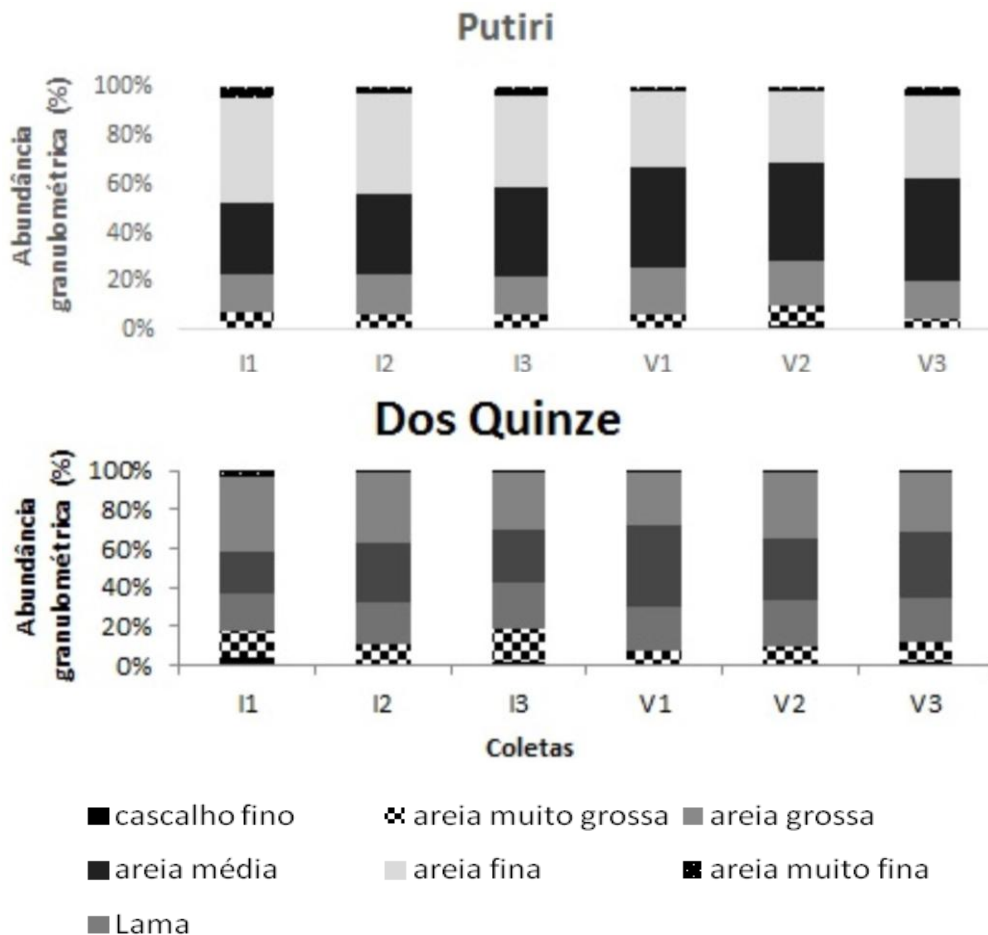


Figura 5: Abundância granulométrica por coleta das praias de Putiri e Dos Quinze. Legenda: I1: Inverno 1; I2: Inverno 2; I3: Inverno 3; V1: Verão 1; V2: Verão; V3: Verão 3.

O teor de matéria orgânica total sedimentar seguiu o padrão granulométrico do sedimento, não apresentando variações sazonais nas praias e apresentando variações pontuais em Putiri (ANOVA,  $p=0,0001$   $F=11,75$ ), onde ocorreu um aumento do conteúdo orgânico sedimentar das amostragens de inverno para as de verão. Na praia Dos Quinze o teor de MOT variou entre 1,9% e 4,5%, com um pico durante o inverno (11,91%; Figura 6), mas não apresentou variabilidade significativa. Assim como a matéria orgânica sedimentar, a umidade presente no sedimento também não apresentou variabilidade sazonal, mas apresentou variações pontuais em ambas as praias. A praia de Putiri (ANOVA,  $p=0,0001$   $F=21,91$ ) apresentou maiores teores de umidade durante as amostragens de inverno em relação as de verão, já a praia Dos Quinze (ANOVA,  $p=0,0001$   $F=54,42$ ) apresentou maior umidade no sedimento durante o verão e menor durante o inverno (Figura 6).

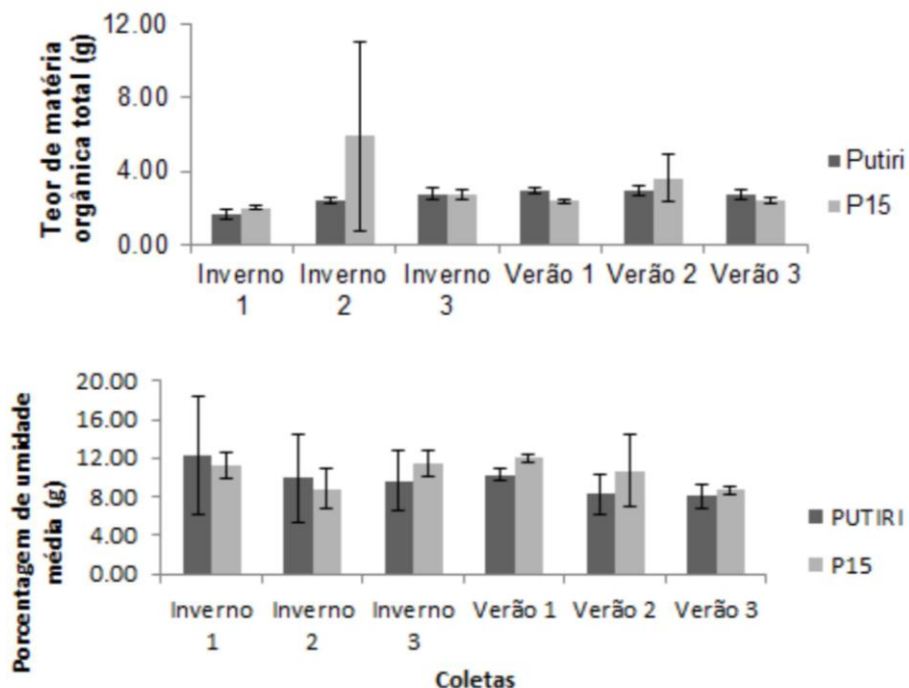


Figura 6: Teor de matéria orgânica total e umidade encontrado no sedimento das praias de Putiri e Dos Quinze.

### 3.2 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA FAUNA

As 894 amostras de fauna coletadas abrangeram uma área total de 28 m<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 2,3 m<sup>2</sup> por praia, em cada coleta. O número total de indivíduos coletados foi de 6706, sendo 2443 na praia de Putiri e 4263 na praia Dos Quinze. Mesmas as praias apresentando essa diferença na abundância, a densidade encontrada foi similar (Tabela 3) em escalas sazonais e espaciais. Mas as análises hierárquicas confirmaram que a abundância da macrofauna foi significativamente distinta na escala de praias (PERMANOVA,  $p=0,001$ ;  $F=17,5$ ; Tabela 4), mesmo a densidade tendo sido similar em escalas sazonais e espaciais (Tabela 3). A riqueza de espécies não apresentou variações sazonais, mas sim espaciais nas faixas de cada praia (PERMANOVA,  $p=0,012$   $F=3,14$ ), onde a praia de Putiri tende a apresentar maiores riquezas na primeira faixa e a praia Dos Quinze na última faixa. A diversidade de Margalef e Shannon, evidenciaram o mesmo padrão da riqueza, possuindo significativa diferença em escalas locais, entre faixas (PERMANOVA,  $p=0,015$   $F=3,12$  para Margalef e  $p=0,036$   $F=2,28$  para Shannon), com leve interação sazonal, onde as faixas das

coletas de verão apresentaram menor diversidade, tanto de Margalef quanto de Shannon, em relação às coletas de inverno (Tabela 4).

A biomassa da macrofauna apresentou significativa diferença nas escalas sazonais (PERMANOVA,  $p=0,01$   $F=9,48$ ) e entre praias (PERMANOVA,  $p=0,012$   $F=4,33$ ; Tabela 4), ocorrendo um aumento da biomassa no verão, devido ao aumento de poliquetas em Putiri e isópodas em Dos Quinze. A biomassa em Dos Quinze foi maior que em Putiri, tanto no inverno quanto no verão, principalmente devido à biomassa dos isópodas (Figura 6).

Tabela 3 – Dados descritores da comunidade bentônica nas coletas das duas praias. EP: erro padrão.

Coleta	Praia	Riqueza (S)	Densidade média (ind.m <sup>-2</sup> ; EP)	Biomassa (g.m <sup>-2</sup> ; EP)	Índice de Margalef (d)	Diversidade (H')
Inverno 1	Putiri	36	185.33 (±30.10)	0.05(±0.01)	6.70	2.36
	Dos Quinze	27	271.09 (±17.26)	0.10(±0.01)	4.64	1.99
Inverno 2	Putiri	24	277.19 (±61.64)	0.07(±0.02)	4.09	2.33
	Dos Quinze	24	270.80 (±38.58)	0.12(±0.05)	4.11	2.02
Inverno 3	Putiri	24	207.89 (±30.92)	0.07(±0.02)	4.31	2.12
	Dos Quinze	21	245.73 (±47.43)	0.11(±0.01)	3.63	2.03
Verão 1	Putiri	19	200.36(±7.07)	0.11(±0.01)	3.40	2.05
	Dos Quinze	17	434.22(±40.56)	0.32(±0.01)	2.63	2.00
Verão 2	Putiri	15	112.22(±21.41)	0.05	2.97	2.04
	Dos Quinze	16	361.52(±71.78)	0.37(±0.03)	2.55	1.98
Verão 3	Putiri	26	176.97(±18.76)	0.05	4.83	2.24
	Dos Quinze	26	250.50(±40.01)	0.50(±0.02)	4.53	2.20

Tabela 4 - Análise hierárquica PERMANOVA, com os fatores estação e praia fixos e faixa e transecto randômicos. Legenda: gl: graus de liberdade; Qm: quadrados médios;  $p<0,05$ : significativo.

Fonte de variação	Gl	QM	F	P
<b>Abundância</b>				
Estação (Se)	1	1006,4	2.1604	0.139
Praia (Pr(Se))	2	8162.7	17.522	0.001
Faixa (Fa(Pr(Se)))	8	465.84	1.212	0.311
Transecto (Tr(Fa(Pr(Se))))	24	384.35	1.0761	0.375
Resíduo	72	357.17		
<b>Riqueza de espécies</b>				
Estação (Se)	1	1155.8	4.2063	0.068
Praia (Pr(Se))	2	228.69	0.83224	0.488
Faixa (Fa(Pr(Se)))	8	274.79	3.1463	0.012
Transecto (Tr(Fa(Pr(Se))))	24	87.336	0.76157	0.787
Resíduo	72	114.68		
<b>Diversidade de Margalef</b>				
Estação (Se)	1	1209.8	4.143	0.072

Praia (Pr(Se))	2	16.646	5.7005E-2	0.974
Faixa (Fa(Pr(Se)))	8	292.01	3.1232	0.015
Transecto (Tr(Fa(Pr(Se))))	24	93.498	0.67997	0.896
Resíduo	72	137.5		
<b>Diversidade de Shannon</b>				
Estação (Se)	1	251.37	2.4682	0.14
Praia (Pr(Se))	2	140.34	1.378	0.295
Faixa (Fa(Pr(Se)))	8	101.84	2.2876	0.036
Transecto (Tr(Fa(Pr(Se))))	24	44.52	0.82335	0.709
Resíduo	72	54.071		
<b>Biomassa</b>				
Estação (Se)	1	12270	9.4827	0.01
Praia (Pr(Se))	2	5610.2	4.3356	0.012
Faixa (Fa(Pr(Se)))	8	1294	1.3843	0.169
Transecto (Tr(Fa(Pr(Se))))	24	934.73	1.26	0.157
Resíduo	72	741.84		

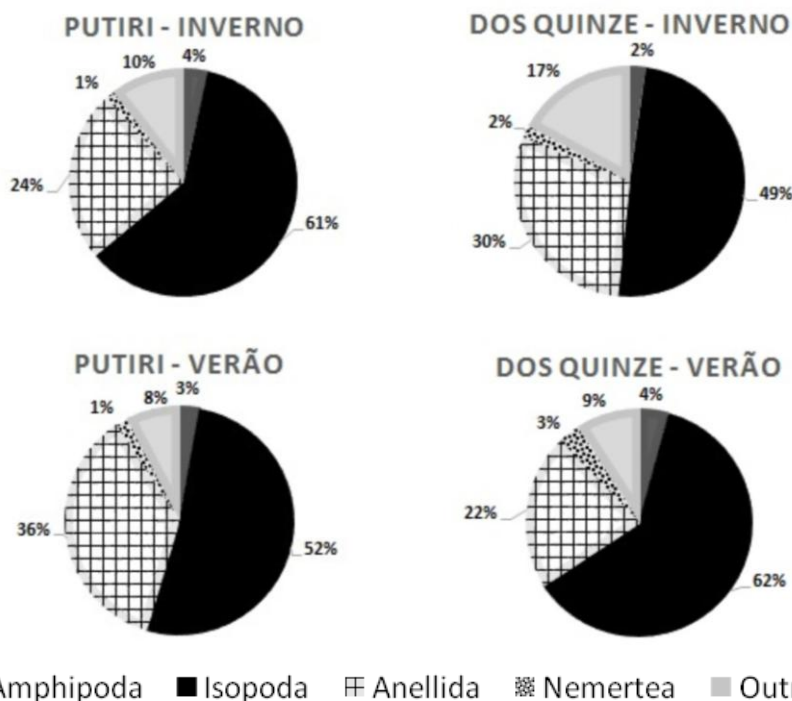


Figura 7 - Biomassa (g) por praia. Legenda: I1: Inverno 1; I2: Inverno 2; I3: Inverno 3; V1: Verão 1; V2: Verão; V3: Verão 3.

A praia de Putiri apresentou os poliquetas como grupo mais abundante (37% no inverno, 35% no verão), dentre este grupo os gêneros que mais se destacaram foram os *Scolecipis sp.* e *Saccocirrus sp.* e *Psionidens sp.* O segundo grupo mais abundante desta praia foram os isópodas (22% no inverno e 27% no verão). Mesmo tendo ocorrido um aumento de isópodas e nemertíneos e diminuição de poliquetas, oligoquetas e anfipodas do inverno para o verão, essa diferença não foi significativa. A praia Dos Quinze também apresentou os poliquetas como grupo mais abundante (29% no inverno e verão), mas

diferenciou-se de Putiri no segundo grupo mais abundante, sendo os nemertíneos (26% no inverno e 25% no verão). Os isópodos também aumentaram e os oligoquetos diminuíram do inverno para o verão. As praias não apresentaram diferenças sazonais (Figura 8).

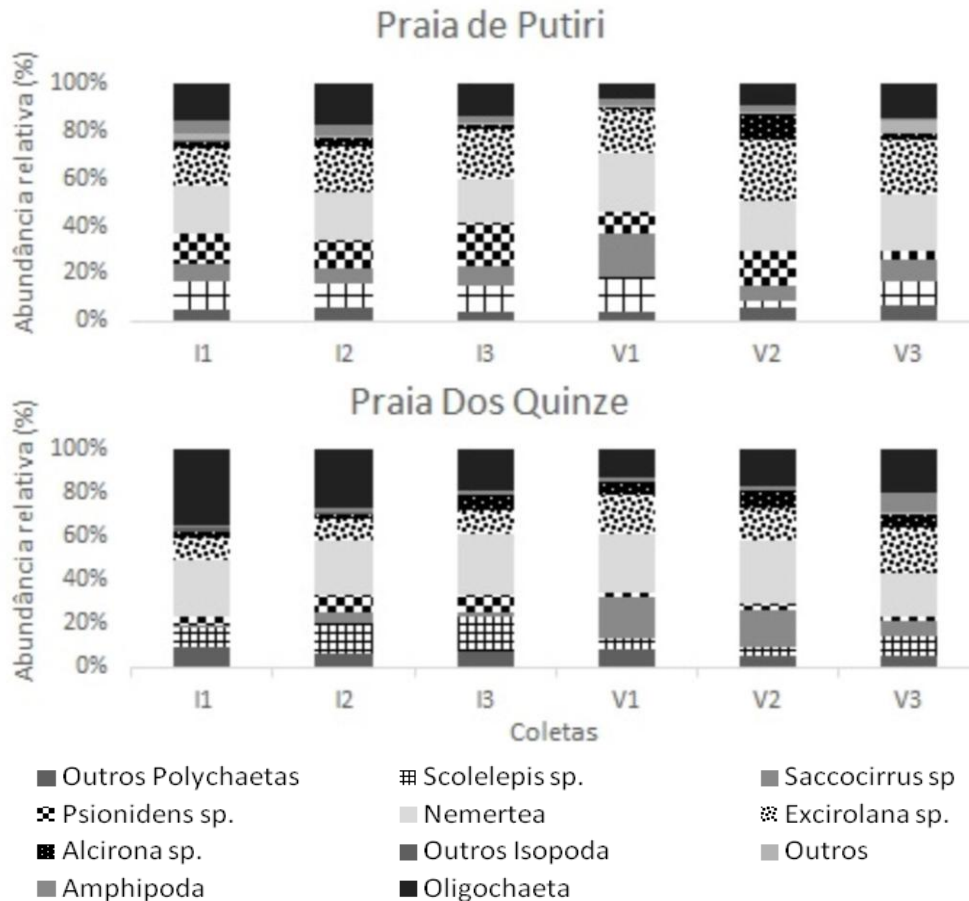


Figura 8 – Abundância relativa dos principais morfotipos encontrados nas praias. Legenda: I1: Inverno 1; I2: Inverno 2; I3: Inverno 3; V1: Verão 1; V2: Verão 2; V3: Verão 3.

Observou-se um padrão de distribuição espacial vertical ao longo do entremarés em ambas as praias durante o inverno e o verão (Figura 9, 10 e 11). A distribuição de Nemertea foi relativamente homogênea ao longo de todo o mesolitoral das praias de Putiri e dos Quinze, enquanto os oligoquetos foram dominantes no mesolitoral superior em ambas as estações (Figura 9). O mesolitoral superior também foi dominado por anfípodes escavadores como *Platorchestia sp.* e *Atlantorchestia sp.* e pelo isópoda *Excirolana sp.* (Figura 10), que praticamente não ocorreram nas zonas entremarés inferiores. Nesta região foi encontrado a predominância dos gêneros *Scolelepis sp.*, *Saccocirrus sp.*,

*Psionidens sp.* e Phyllodocidae sp1. O mesolitoral inferior foi dominado por *Psionidens sp.* (Figura 9), que como outros poliquetas também apresentaram preferência pelo infralitoral das praias. O poliqueta *Scolelepis sp.* apresentou menor abundância na região mesolitoral superior das praias em ambas as estações, com aumento da abundância em direção ao mediolitoral (Figura 11).



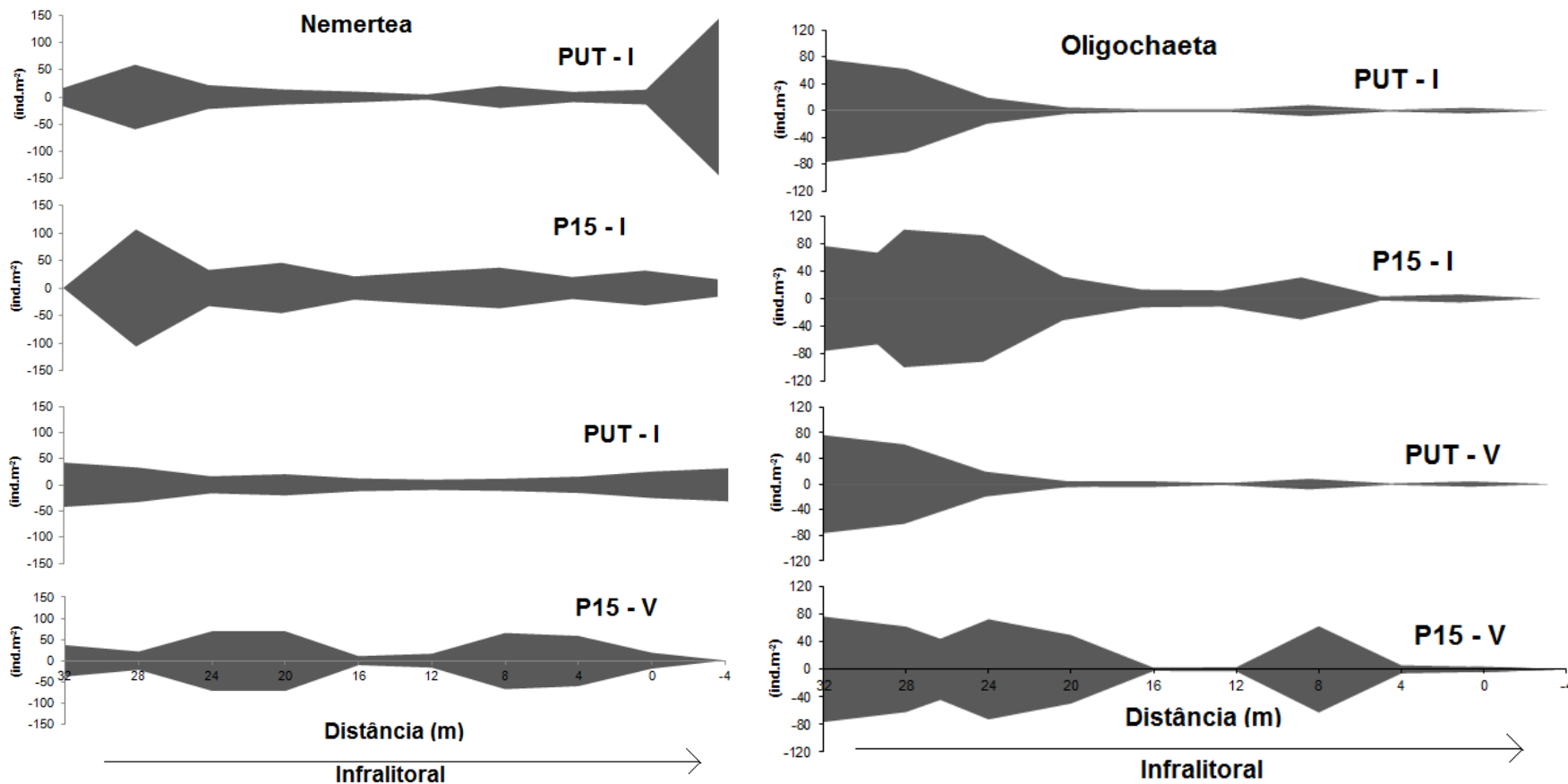


Figura 9 - Distribuição vertical do *Nemertea* e *Oligochaeta* nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão. Legenda: PUT: Praia de Putiri; P15: Praia Dos Quinze; I: coletas de inverno e V: coletas de verão. Distância zero é o ponto coletado na linha d'água.

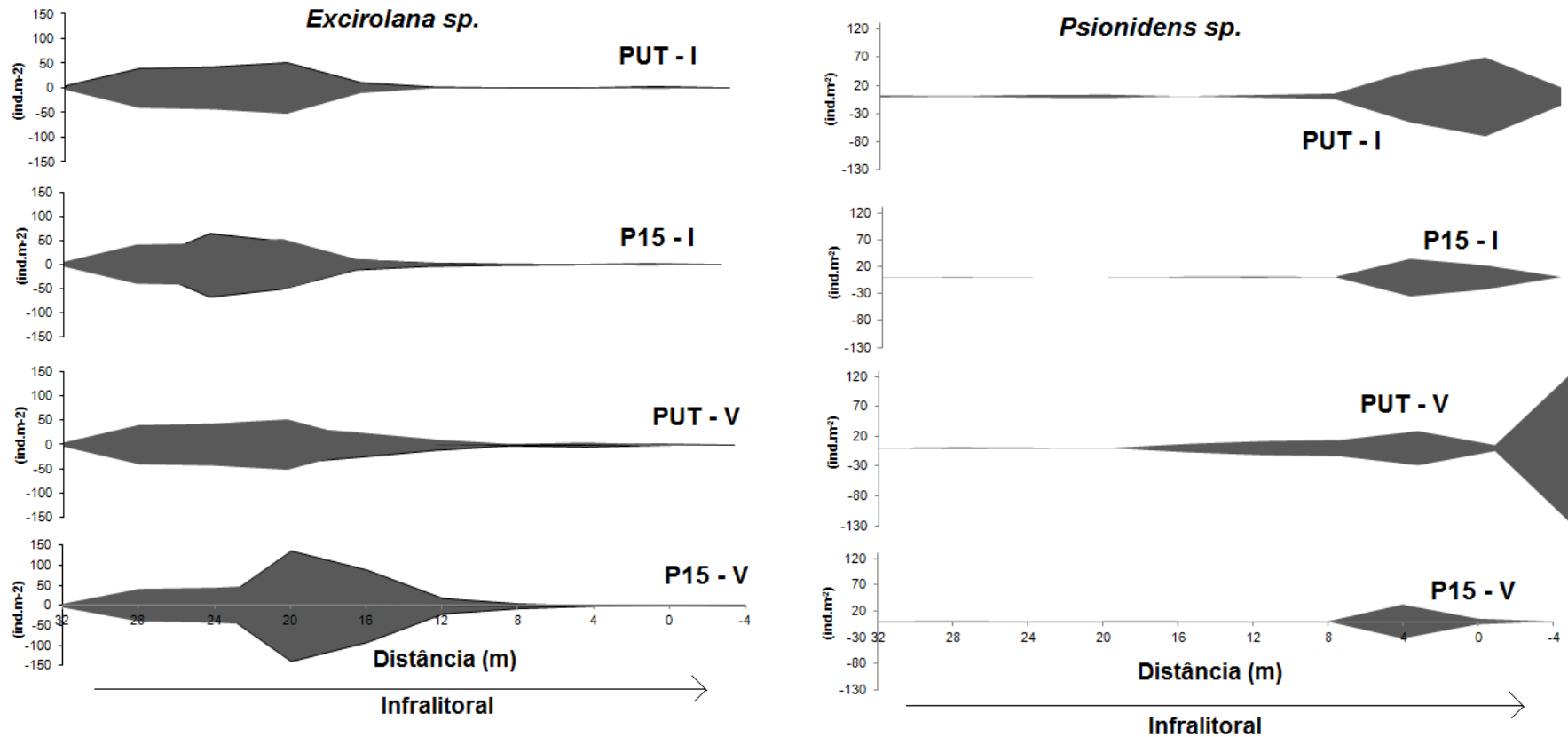


Figura 10 - Distribuição vertical do isópoda *Exciorolana sp.* e poliqueta *Psionidens sp.* nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão. Legenda: PUT: Praia de Putiri; P15: Praia Dos Quinze; I: coletas de inverno e V: coletas de verão. Distância zero é o ponto coletado na linha d'água.

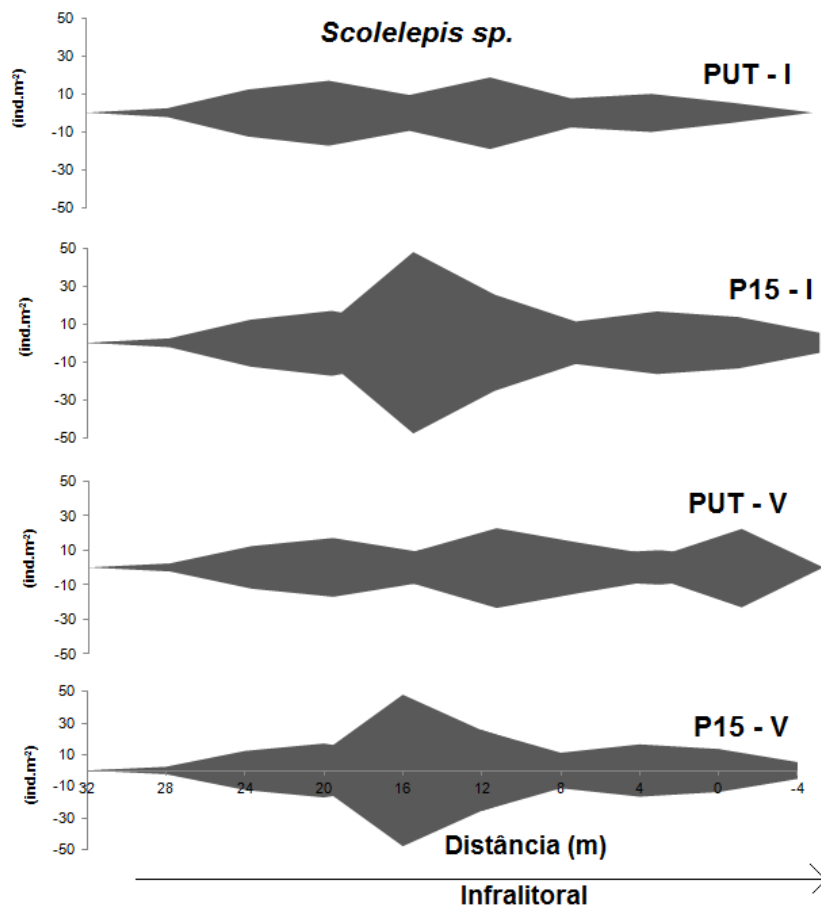
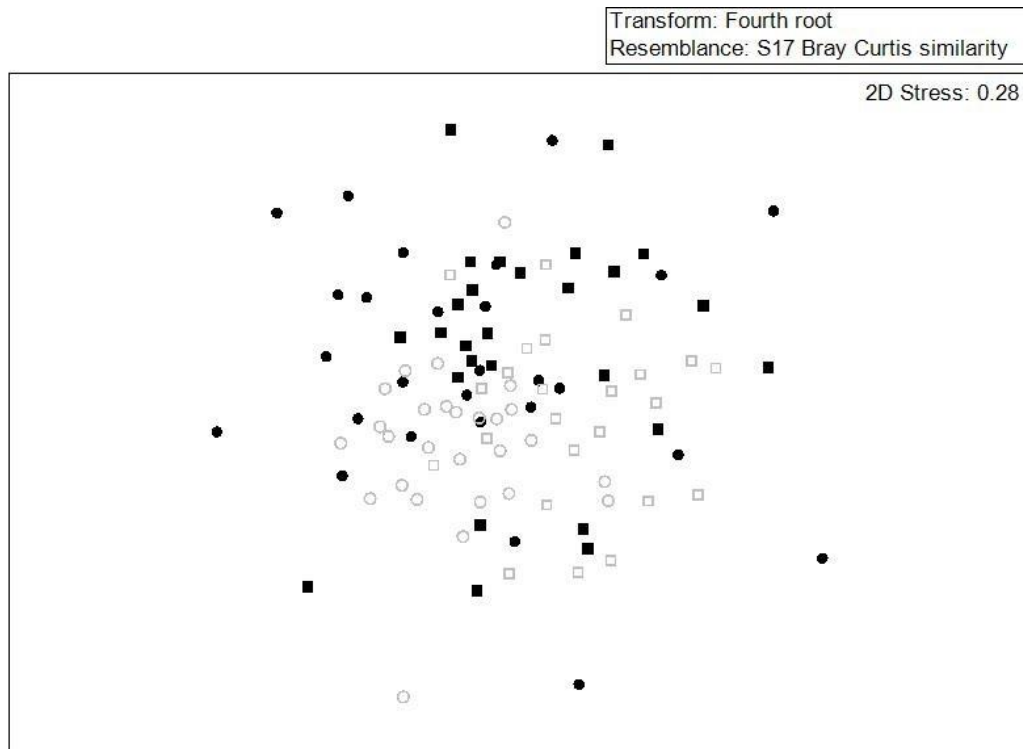


Figura 11 - Distribuição vertical do *Scolelepis sp.* nas praias de Putiri e Dos Quinze, durante as coletas de inverno e verão. Legenda: PUT: Praia de Putiri; P15: Praia Dos Quinze; I: coletas de inverno e V: coletas de verão. Distância zero é o ponto coletado na linha d'água.

As praias apresentaram uma alta similaridade em sua composição faunística, tanto espacial quanto temporal (60%). Mas é possível visualizar uma diferença espacial entre as praias e uma diferença menos evidente sazonalmente de cada praia (Figura 12). Essas características particulares das assembleias bentônicas são corroboradas na análise de similaridade que indicam uma diferença, mas pequena (ANOSIM,  $R=0,153$  e  $p=0,001$ ; Tabela 5).



**Praia Estação**

- Putiri Inverno
- Putiri Verão
- Dos Quinze Inverno
- Dos Quinze Verão

Figura 12: Análise Multivariada de Escalonamento (MDS) entre as praias em cada estação.

Tabela 5 – Análise de Similaridade Percentual (ANOSIM), com resultado do Teste Pairwise.

Grupos testados	R significativa	
	Statistic	Level (%)
Putiri Inverno – Putiri Verão	0,044	2,4
Dos Quinze Inverno – Dos Quinze Verão	0,247	0,1
Putiri Inverno - Dos Quinze Inverno	0,144	0,1
Putiri Verão – Dos Quinze Verão	0,158	0,1

A praia de Putiri apresentou uma dissimilaridade em sua fauna de 41% entre inverno e verão, sendo os poliquetas *Psionidens sp.*, *Scolecopsis sp* e *Saccocirus sp.*, os responsáveis por 23% dessa dissimilaridade. Já a praia Dos Quinze apresentou uma dissimilaridade na fauna de 37% entre inverno e verão, com os poliquetas *Saccocirrus sp.*, *Psionidens sp.* e *Phyllodoce sp1* contribuindo com 26% da dissimilaridade (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de Similaridade Percentual, mostrando as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre Putiri e entre Dos Quinze.

Espécie	Putiri		Espécie	Dos Quinze		Contribuição
	Dissimilaridade	Contribuição (%)		Dissimilaridade	Contribuição (%)	

	média		cumulati va (%)	média		cumulati va (%)
<i>Psionid ens sp.</i>	3,33	7,97	7,97	<i>Saccocir rus sp.</i>	4,10	11,05
<i>Scolele pis sp.</i>	3,30	7,92	15,89	<i>Psioniden s sp.</i>	2,92	7,88
<i>Saccoci rrus sp.</i>	3,16	7,59	23,48	<i>Phyllodoci dade sp1</i>	2,92	7,87
<i>Alciron a sp.</i>	2,77	6,64	30,12	<i>Spionidad e</i>	2,25	6,08
<i>Oligoch aeta</i>	2,33	5,58	35,70	<i>Alcirona sp.</i>	2,22	6,00

As amostragens de inverno, em ambas as praias, mostraram que 79% da distribuição da macrofauna bentônica é explicada pelos dois primeiros eixos do PCA. Somente a variável clorofila está associada ao lado positivo do eixo 1, as variáveis granulométricas (areia muito grossa, areia grossa, areia média e areia fina) e matéria orgânica total estão associados ao lado negativo, este eixo foi responsável por 44,8% da distribuição durante as amostragens de inverno. O segundo eixo, responsável por 34,2% da distribuição da fauna, apresentou as variáveis areia fina, areia média e matéria orgânica total na região positiva e areia grossa, areia muito grossa e clorofila associadas à região negativa (Tabela 10). A maioria das amostragens da praia de Putiri ficou localizada na região positiva, tanto do eixo 1 quanto do eixo 2. Este eixo explica melhor a distribuição da fauna na praia em relação a oscilação da abundância em areia fina, teor de matéria orgânica total e clorofila. Por outro lado, as coletas da praia Dos Quinze se localizaram, principalmente, na região negativa dos eixos 1 e 2, sendo sua fauna influenciada, principalmente pelo padrão oscilatório da abundância de areia grossa e muito grossa. No verão, os eixos 1 e 2 do PCA explicaram 68% da distribuição faunística ocorrida nas praias. Todos os parâmetros abióticos analisados estão na região positiva do eixo 1, enquanto que no eixo 2, não se encontra nenhum parâmetro nesta mesma região (Tabela 11), sendo então, o eixo 1 responsável por 37% da distribuição da fauna ao longo da praia e o eixo 2 por 31%, mesmo a maior parte das amostras de verão estando na região positiva do eixo 2. A clorofila foi o fator que menos influenciou na distribuição da fauna (Figura 14).

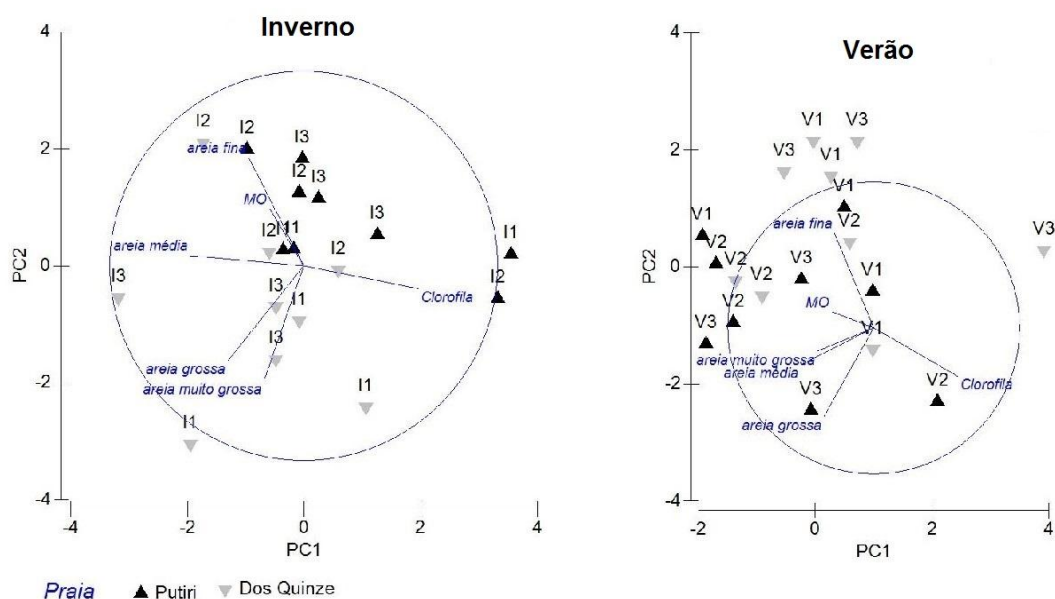


Figura 13: Análise dos Componentes Principais (PCA) evidenciando a influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no inverno e no verão. Legenda: I1: coleta de inverno 1; I2: coleta de inverno 2; I3: coleta de inverno 3; V1: coleta de verão 1; V2: coleta de verão 2; V3: coleta de verão 3.

Tabela 7 – Autovalores, variações total e acumulada para os eixos obtidos no PCA de verão para as praias de Putiri e Dos Quinze.

PC	Autovalores	Varição (%)	Varição cumulativa (%)
1	2,69	44,80	44,80
2	2,05	34,20	79,10
3	0,86	14,50	93,60

Tabela 8 – Autovalores, variações total e acumulada para os eixos obtidos no PCA de verão para as praias de Putiri e Dos Quinze.

PC	Autovalores	Varição (%)	Varição cumulativa (%)
1	2,23	37,10	37,10
2	1,90	31,70	68,80
3	1,11	18,50	87,30

## **4 DISCUSSÃO**

As praias de Putiri e Dos Quinze possuem características físico-químicas semelhantes, sendo ambas classificadas como refletivas. Este é um estado acrecional, caracterizado por praias estreitas, íngremes, de granulometria grosseira, sem zonas de arrebentação e de pequenas marés (Defeo e Mclachlan, 2005). As praias estudadas diferem do estágio refletivo quanto à granulometria, que foi de abundância fina e média, mas isto pode ser explicado devido ao pequeno aporte fluvial e a alta vulnerabilidade abrasiva das areias carbonáticas existentes (Albino *et al.*, 2006). Os perfis praias não mostraram uma forte inclinação e apresentaram pequenas mudanças sazonais, sugerindo baixa permeabilidade sedimentar e efeito do espraiamento achatando a praia (Mclachlan & Brown, 2006).

As análises multivariadas evidenciaram a influência das variáveis abióticas sobre as diferenças encontradas nas duas praias, em cada estação. A matéria orgânica total e as classes granulométricas, areia fina e areia grossa, foram as variáveis físicas que mais influenciaram a distribuição espacial e sazonal da fauna em ambas as praias. A granulometria do sedimento também foi o principal fator controlador em estudos de Lecari e Defeo (2006), Mclachlan e Dorvlo (2005) e Veloso *et al.* (2003). A tendência das praias de apresentarem granulometria fina contribui para uma maior retenção de água durante as marés baixas, e associadas à presença de sedimentos carbonáticos, tornam o ambiente mais propício a uma concentração de matéria orgânica maior que as praias de granulometria mais grossa. Assim, temos que a hipótese testada é parcialmente verdadeira, pois a variabilidade espacial da fauna influenciou os fatores descritores da comunidade, como abundância e biomassa, em escala de quilômetros, e riqueza e diversidade em escalas de metros a centenas de metros. Porém, também foi possível visualizar que as oscilações sazonais na distribuição das assembleias bentônicas também influenciaram na composição e biomassa da fauna.

A presença de granulometria fina associada ao sedimento carbonático influencia em uma maior concentração de matéria orgânica total no sedimento. A umidade e matéria orgânica total são características que favorecem os

parâmetros ecológicos das assembleias bentônicas, pois desempenham um importante papel na cadeia alimentar detritívora (Brown e Mclachlan, 1990; Borzone *et al.*, 2003; Omena e Amaral, 1997). A baixa variabilidade sazonal encontrada no teor de matéria orgânica total e umidade do sedimento pode explicar parcialmente as pequenas diferenças temporais na composição da macrofauna bentônica. As variações na biomassa da macrofauna também foram pequenas, e possivelmente estão associadas às agregações reprodutivas ou respostas ocasionais a entrada de alimento (Brazeiro e Defeo, 1996).

Perfis mais íngremes, comuns em praias refletivas, tendem a ter uma redução na abundância e diversidade de sua fauna e uma dominância por crustáceos, devido a sua maior mobilidade e melhor habilidade de se enterrar (Mclachlan e Dorvlo, 2005; Mclachlan e Brown, 2006). Nas Praias dos Quinze e Putiri encontrou-se alta abundância de poliquetas, com maior riqueza de espécies e diversidade na maioria das amostras, possivelmente associada à granulometria fina. A composição granulométrica da praia é um dos fatores que determinam o seu dinamismo, sendo considerada por alguns autores como a principal característica sedimentológica influenciadora da distribuição da macrofauna (Velooso *et al.*, 2003; Rodil e Lastra, 2004; Mclachlan e Dorvlo, 2005; Lercari e Defeo, 2006; Albino *et al.*, 2006; Mclachlan e Brown, 2006). Os crustáceos não foram os mais abundantes como o esperado, mas foram o grupo com maior riqueza e biomassa. A maior biomassa de crustáceos é devida principalmente ao cirolanidae *Excirrolana sp.*, que possui uma preferência por praias com granulometria fina, como também foi encontrado em praias do Rio de Janeiro e do Uruguai (Defeo *et al.*, 1997; Ramalho Fernandes e Soares-Gomes, 2006). A co-dominância de crustáceos em conjunto com poliquetas é muito comum em praias do Rio de Janeiro, independente do período (Barros *et al.*, 2001; Ramalho Fernandes e Soares-Gomes, 2006).

A composição das assembleias bentônicas foram praticamente as mesmas nas escalas espaciais e sazonais, suportadas pelas baixas dissimilaridades entre as praias. A maior riqueza de morfotipos foi encontrada no subfilo crustácea, sendo os seus principais representantes, famílias comuns de praias arenosas como talitridae, ocypodidae e cirolanidae, como ocorrido na maioria das praias do litoral paranaense (Souza e Gianuca, 1995; Barros, Borzone e Rosso, 2001;



Borzzone *et al.*, 2003). Os talitrideos são conhecidos pela sua baixa tolerância à pressão humana de alta intensidade, como o pisoteamento e compactação do sedimento, mesmo que seja por um período sazonal de um ano, sendo utilizados com bons indicadores ambientais (Defeo e Gomez, 2005; Defeo e Mclachlan, 2005; Veloso *et al.*, 2008; Rodil *et al.*, 2014). As praias estudadas apresentaram uma alta abundância de oligochaetas e nemertea, provavelmente devido ao teor de matéria orgânica encontrado nas praias e as condições refletivas, que aumenta a oxigenação nas camadas subsuperficiais do sedimento. Os nemertea costumam ser dominantes em areias mais finas que 300 µm, como é o caso da área de estudo, e são mais comuns em praias de baixas latitudes (Defeo e Mclachlan, 2005; Mclachlan e Brown, 2006).

Os organismos mais representativos foram os poliquetas, pois conjuntamente com outros depositívoros, possuem uma dieta baseada no detrito sedimentar orgânico proveniente do fitoplâncton e macrófitas (Souza e Gianuca, 1995; Barros *et al.*, 2001; Mclachlan e Brown, 2006; Rodil *et al.*, 2014). Dentre os poliquetas, a família spionidae foi a dominante, sendo o gênero *Scolelepis sp.*, o maior representante. Esta família é comum em uma ampla faixa batimétrica e este gênero é característico de praias arenosas (Pardo e Amaral, 2006; Mclachlan e Brown, 2006). Estudos em variadas praias no Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro encontraram este gênero como dominante (Souza e Gianuca, 1995; Borzzone *et al.*, 1996; Ramalho Fernandes e Soares-Gomes, 2006). Foram encontrados outros poliquetas típicos de praias e com distribuição bem cosmopolita como as famílias psionidae, phyllodocidae, glyceridae e capitellidae (Mclachlan e Brown, 2006). O grupo de poliquetas foi também o principal responsável pela dissimilaridade apresentada pela fauna em sua composição, principalmente pela presença do *Saccocirus sp.*, que é um poliqueta típico de praias refletivas com areias médias (DiDomenico *et al.*, 2009).

Este estudo encontrou uma zonação similar à proposta por (Dahl, 1952), onde a praia foi dividida em três zonas, uma zona superior, tipicamente habitada por anfípodos talitrideos e isópodos cirolanides, uma zona mediana onde também pode ocorrer os cirolanideos e poliquetas como spionideos e, por último, a zona inferior, onde foram encontrados outros poliquetas como psionideos e phyllodocideos. Devido à pequena extensão das praias, essas três zonas fazem

parte do mesolitoral, sendo, portanto, dividido em mesolitoral superior, médio e inferior. Foi observada uma tendência de migração de alguns crustáceos, como os isópodos e os anfípodos citados. Estes apresentaram uma tendência de migração do mesolitoral superior para o mesolitoral médio durante o período de verão, isso pode ocorrer devido a agregações por reprodução e/ou movimento em busca de alimento disponível, já que são espécies com maior agilidade. O mesolitoral médio e inferior, por ser uma porção quase sempre coberta pela maré, é considerado por alguns autores como a região com maior diversidade, principalmente de poliquetas, que são em sua maioria filtradores, sendo observado nas praias estudadas (Defeo e Mclachlan, 2011).

A costa brasileira apresenta uma zonação biogeográfica e climática em ecorregiões (Spalding *et al.*, 2007). Cada ecorregião apresenta um morfodinamismo praias característico, o que por sua vez, influencia na composição da macrofauna, evidenciando particularidades entre a fauna de cada ecorregião. A Ecorregião Amazônia possui a maioria das praias dissipativas ou intermediárias de macromaré, com abundância em areia fina e muito fina, apresentando os grupos típicos de praia. Estes grupos típicos, como o poliqueta *Scolelepis sp.* e o isópoda *Excirrolana sp.*, também foram encontrados nas praias deste estudo, e a explicação pode estar em sua ampla distribuição geográfica (Rosa Filho *et al.*, 2009). Ao analisar praias do Ceará, que estão na Ecorregião Nordeste, à maioria é de morfodinamismo intermediário, mas percebe-se abundância granulométrica similar à Putiri e Dos Quinze, com abundância de areia média e fina na região entremarés. Entretanto, a Ecorregião Nordeste possui uma composição faunística bem similar à das praias deste estudo, inclusive encontrando abundância de nemertinos, além dos poliquetas e isópodos típicos (Viana *et al.*, 2005).

A parte norte da Ecorregião Sudeste, compostas por praias do Rio de Janeiro, possuem morfodinâmica similar, com praias refletivas de areia média, sendo possível visualizar uma similaridade na composição da macrofauna, onde os principais taxa encontrados nas praias do Rio de Janeiro são encontrados nas praias deste estudo. A densidade apresentada por Putiri e Dos Quinze também foi similar a algumas das praias, como a de São Conrado (Veloso *et al.*, 2006). A dissimilaridade encontrada entre as praias do Rio de Janeiro e as deste estudo foi

em relação à abundância, pois as praias do Rio de Janeiro seguiram o padrão de praias refletivas, com maior abundância de crustáceos, e densidade de indivíduos maior no verão em relação ao inverno (Veloso *et al.*, 2003; Ramalho Fernandes e Soares-Gomes, 2006; Veloso *et al.*, 2006). A parte central da Ecorregião Sudeste, formada pelas praias do Estado de São Paulo, é dominada por uma granulometria mais fina, menor energia e com alto conteúdo orgânico, e, portanto, apresentam uma maior abundância e alta densidade de poliquetas. Putiri e Dos Quinze apresentaram o teor orgânico similar, conjuntamente com a densidade e riqueza, mas com poucas espécies em comum (Amaral *et al.*, 2003). O estudo de algumas praias refletivas do Paraná, porção sul da Ecorregião Sudeste, apresentaram composição faunística similar à Putiri e Dos Quinze, com as espécies mais abundantes em comum, mas com dissimilaridade em algumas espécies mais raras (Borzzone *et al.*, 2003). Já na Ecorregião Rio Grande, que possui em sua maioria praias dissipativas, a macrofauna possui tipicamente densidade faunística maior (acima de 1000 ind.m<sup>-2</sup>). Estudos em praias refletivas de Santa Catarina apresentaram um teor orgânico no sedimento maior que o encontrado neste estudo, e dissimilaridade na composição da fauna abundante, não havendo ocorrência de morfotipos em comum (Pagliosa, 2006). No Rio Grande do Sul os estudos se concentram em praias dissipativas, onde são encontrada dissimilaridade em relação à Putiri e Dos Quinze na abundância de moluscos e bivalves, mas há similaridade na principal família de poliquetas encontrada (Silva *et al.*, 2008).

Flutuações mensais e anuais na densidade populacional da macrofauna podem ser comuns entre macrofauna de praias arenosas, onde os picos de abundância são muitas vezes consequência de variações nas taxas de recrutamento (Souza & Gianuca 1995). Praias que apresentaram densidades similares podem não apresentar em uma próxima amostragem. Comparando as Ecoregiões Leste, Sudeste e Rio Grande, onde é concentrada a maioria dos estudos, é possível perceber que a fauna do norte da Ecorregião Sudeste é mais similar a da Ecorregião Leste, do que a fauna da porção sul da Sudeste e Rio Grande, onde já é encontrada uma maior dissimilaridade na composição faunística de espécies. A mudança de morfodinâmica das praias pode ser uma explicação, já que à medida que encaminha para o sul, as praias tendem a ser

mais dissipativas. Já ao se comparar a Ecorregião Leste com as Ecorregiões Amazônia e Nordeste, observa-se uma composição faunística similar, mesmo tendo uma morfodinâmica diferente.

## **5 CONCLUSÕES**

Este estudo apresentou uma das primeiras avaliações da comunidade bentônica em praias arenosas, do Espírito Santo, pertencente à Ecorregião Leste do Brasil. As praias apresentaram alguns padrões particulares, diferentes do que é comumente encontrado em outras praias da costa brasileira. A análise hierárquica evidenciou diferenças na densidade e composição da fauna em escalas espaciais (centenas de metros) e temporais (inverno e verão). Essas diferenças apresentaram uma resposta positiva ao ambiente físico, principalmente granulometria e teor de matéria orgânica total do sedimento.

As praias estudadas foram classificadas como refletivas de acordo com o parâmetro de Dean, mas apresentaram a característica granulométrica diferente das praias refletivas encontradas pelas linhas de costa no mundo, possuindo abundância granulométrica fina e média, ao invés de grossa. Devido a esta diferença granulométrica, também foi encontrada diferença na abundância de grupos comuns do tipo praias, sendo os poliquetas mais abundantes, ao invés de crustáceos, que são típicos de granulometria grosseira e melhores adaptados às condições severas do ambiente.

A granulometria fina também contribuiu para uma alta taxa de matéria orgânica, que acabou sendo um dos principais fatores controladores da variabilidade faunística. Este “input” orgânico foi confirmado com a presença de espécies bioindicadoras, como a família Capitellidae, Nemertea e Oligochaeta. Também foram encontradas espécies bioindicadoras de qualidade ambiental, revelando um pouco impacto humano, como pisoteamento e compactação do sedimento nas praias. A fauna também apresentou um padrão contrário à maioria das praias, em sua densidade, sendo esta maior no período de inverno e menor no período de verão, mas a biomassa foi maior no verão em relação ao inverno.

## 6 REFERÊNCIAS

ALBINO, J.; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M. Geomorfologia, Tipologia, Vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. **Revista Geografares**, n. 2. Vitória, 2001.

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. Erosão e progradação do litoral do Espírito Santo. In: DIETER MUEHE (Org). **Erosão e progradação do litoral do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA. v. 1, p. 228-264. 2006.

ALBUQUERQUE, M. D. G., CALLIARI, L. J., CORRÊA, I. C. S., & PINHEIRO, L. D. S. Morfodinâmica da Praia do Futuro, Fortaleza-CE: uma síntese de dois anos de estudo. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 1, n. 2, p. 77-80, 2010.

ALONGI, D. M. **Coastal ecosystem processes**. New York: CRC Press, 1998.

AMARAL, A. C. Z. et al. Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical tide-dominated sandy beaches. **Journal of Coastal Research**, p. 446-455, Spr 2003.

AMARAL, A. C. Z. et al. Diagnóstico sobre praias arenosas. UNICAMP, Campinas, [s.d].

AMARAL, A. C. Z.; ROSSI–WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Biodiversidade Bentônica da Região Sudeste-Sul do Brasil – Plataforma Externa e Talude Superior. **Revizee – Score Sul**, Instituto Oceanográfico, USP. 2004.

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 625-631, Jun 2005.

BARBOZA, F. R.; GOMÉZ, J.; LERCARI, D.; DEFEO, O. Disentangling Diversity Patterns in Sandy Beaches along Environmental Gradients. **Plos One**, v. 7, n. 7, Jul 2012.

BARROS, F.; BORZONE, C. A.; ROSSO, S. Macroinfauna of six beaches near Guaratuba Bay, southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 4, p. 351-364, 2001.

BLOTT, S. J.; **GRANSTAT v.6.0**: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer. 2008.

BORZONE, C. A.; MELOÀ, S. G; REZENDE, K. V.; VALE, R.; KRUL, R. Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches. **Journal of Coastal Research**, p. 472-480, Spr 2003.

BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B.; SOARES, A. G. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena De Historia Natural**, v. 69, n. 4, p. 565-577, Dec 1996.

BRAZEIRO, A. Detection of non-random zonation patterns in sandy intertidal communities. **Journal of Coastal Research**, v. 15, n. 1, p. 121-127, Win 1999.

BRAZEIRO, A.; DEFEO, O. Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: Is it possible to identify patterns in such variable environments? **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 42, n. 4, p. 523-536, Apr 1996.

BROW, A.C., MCLACHLAN, A. Ecology of Sandy Shores. **Elsevier**, Amsterdam. 1990.

CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. F.; BARROS, F. C. R. Beach differentiation along the Rio Grande do Sul coastline (Southern Brazil). **Revista Chilena De Historia Natural**, v. 69, n. 4, p. 485-493, Dec 1996.

CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. **PRIMER v.6**: User manual/Tutorial, Plymouth. 2006.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2ed. **Plymouth**, Plymouth Marine Laboratory, 2001.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia, Exercícios, Técnicas e Aplicações. 2 ed, **Bertrand Brasil**, Rio de Janeiro, 2002.

DAHL, E. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. **Oikos**, v. 4, n. 1, p. 1-27, 1952.

Defeo, O. et al. Is sandy beach macrofauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 45, n. 4, p. 453-462, Oct 1997.

DEFEO, O.; CARDOSO, R. S. Latitudinal patterns in abundance and life-history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* on South American sandy beaches. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 2, p. 89-98, Mar 2004.

DEFEO, O.; GOMEZ, J. Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life-history adaptations in a supralittoral amphipod. **Marine Ecology Progress Series**, v. 293, p. 143-153, 2005.

DEFEO, O.; GOMEZ, J.; LERCARI, D. Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: The mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. **Marine Ecology Progress Series**, n. 212, p. 159-170, March 8, 2001.

DEFEO, O.; LERCARI, D.; GOMEZ, J. The role of morphodynamics in structuring sandy beach populations and communities: What should be expected? **Journal of Coastal Research**, p. 352-362, Spr 2003.

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 295, p. 1-20, 2005.

\_\_\_\_\_. Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 433, p. 29-75, 2011

\_\_\_\_\_. Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. **Geomorphology**, v. 199, p. 106-114, Oct 2013.

DEGRAER, S; VOLCKAERT, A; VINCK, M. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low bar/rip and ultradissipative sandy beaches. **Estuarine Coastal Shelf Science**, v: 56, p. 459–468. 2003.

DIDOMENICO, M.; LANA, P. d. C.; GARRAFFONI, A. R. S. Distribution patterns of interstitial polychaetes in sandy beaches of southern Brazil. **Marine Ecology-an Evolutionary Perspective**, v. 30, n. 1, p. 47-62, Mar 2009.

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2014.

EMERY, K. O. **A simple method of measuring beach profiles**. University of Southern California. Los Angeles. 1961.

GONCALVES, S. C. et al. Sandy beach macrofaunal communities on the western coast of Portugal - Is there a steady structure under similar exposed conditions? **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 81, n. 4, p. 555-568, Mar 2009.

LASTRA, M.; MCLACHLAN, A. Spatial and temporal variations in recruitment of *Donax serra* Roding (Bivalvia: Donacidae) on an exposed sandy beach of South Africa. **Revista Chilena De Historia Natural**, v. 69, n. 4, p. 631-639, Dec 1996.

LERCARI, D.; DEFEO, O. Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 17-24, Oct 2003.



\_\_\_\_\_. Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 68, n. 1-2, p. 27-35, Jun 2006.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments – spectrophotometric equations. **Limnology and Oceanography**, v. 12, n. 2, p. 343-&, 1967 1967.

MARTIN, L.; SUGUIO, K; FLEXOR, JM.; ARCHANJO, J. D. Coastal quaternary formations of the southern part of the State of Espírito Santo (Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 1996.

MCLACHLAN, A. Water filtration by dissipative beaches. **Limnology and Oceanography**, v. 34, n. 4, p. 774-780, Jun 1989.

MCLACHLAN, A. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. **Journal Coastal Research**, v. 6, p. 57–71, 1990.

MCLACHLAN, A. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series** ,131, p. 205–217, 1996.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. The Ecology of Sandy shores. New York. **Elsevier**, 373 p., 2006.

MCLACHLAN, A.; DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4, p. 674-687, Jul 2005.

MCLACHLAN, A; ERASMUS, T. **Sandy beaches as ecosystems**. W Junk, The Hague. 1983.

MCLACHLAN, A; FISHER, M; AL-HABSI, H. N.; AL-SHUKAIRI, S, AL-HABSI, A. M. Ecology of sandy beaches in Oman. **Journal Coastal Conservation**, v. 4, p. 181–190, 1998.

MCLACHLAN, A; JARAMILLO, E, DONN, T. E.; WESSELS, F. Sand beach macrofauna communities: a geographical comparison. **Journal of Coastal Research**, v.15, p. 27–38, 1993.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização, Portaria MMA 09, de 23 de janeiro de 2007. **MMA**. Brasília, 300 p., 2007.

OMENA, E. P.; AMARAL, A. C. Z. Distribuição espacial de polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de praias de São Sebastião (SP). **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, p. 183-196, 1997.

PAGLIOSA, P. R. Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da Baía da Babitonga, Sul do Brasil. **Biotemas**, v.19, p. 25-33, 2006.

PARDO, E. V.; AMARAL, A. C. Z. Foraging and mobility in three species of aciculata (Annelida : Polychaeta). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, p. 1065-1072, Nov 2006.

RODIL, I. F.; COMPTON, T. J.; LASTRA, M. Geographic variation in sandy beach macrofauna community and functional traits. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 150, p. 102-110, Oct 2014.

RODIL, I. F.; LASTRA, M. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 1, p. 37-44, Sep 2004.

ROSA-FILHO, J.S; ALMEIDA, M.F; AVIZ, D. E. Spatial and temporal changes in the benthic fauna of a macrotidal Amazon sandy beach, Ajuruteua, Brazil. **Journal of Coastal Research**, si. 56, 2009.

SCHLACHER, T. A. et al. Sandy beaches at the brink. **Diversity and Distributions**, v. 13, n. 5, p. 556-560, Sep 2007.

\_\_\_\_\_. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. **Marine Ecology-an Evolutionary Perspective**, v. 29, p. 70-90, Jul 2008.

SCHOEMAN, D. S.; RICHARDSON, A. J. Investigating biotic and abiotic factors affecting the recruitment of an intertidal clam on an exposed sandy beach using a generalized additive model. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 276, n. 1-2, p. 67-81, Sep 2002.

SCHOEMAN, D. S.; WHEELER, M.; WAIT, M. The relative accuracy of standard estimators for macrofaunal abundance and species richness derived from selected intertidal transect designs used to sample exposed sandy beaches. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 5-16, Oct 2003.

SCHRATZBERGER, M; GEE, J. M.; RESS, H. L.; BOYD, S. E.; WALL, C. M. The structure and taxonomic composition of sublittoral meiofauna assemblages as an indicator of the status of marine environments. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 80, n. 6, p. 969-980, Dec 2000.

DA SILVA, P.d. S.R.; DAS NEVES, L.P.; BEMVENUTI, C.E. Temporal variation of sandy beach macrofauna at two sites with distinct environmental conditions on Cassino Beach, extreme Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 56, n. 4, p. 257-270, Oct-Dec 2008.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F.; TESSLER, M. G. Classificação morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do litoral norte do estado de São Paulo

utilizando sensoriamento remoto. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15. n. 2, p. 13-28, 2011.

SPALDING, M. D. et al. Marine Ecoregions of the World: A bioregionalization of coastal and shelf áreas. **BioScience**, n. 7, v. 57, p. 573-583, Jul-Aug 2007.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: E. Blücher: Ed. da USP xii. 317 p, 1973.

VELOSO, V. G.; CAETANO, C. H. S.; CARDOSO, R. S. Composition, structure and zonation of intertidal macroinfauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state, Brazil. **Scientia Marina**, v. 67, n. 4, p. 393-402, Dec 2003.

VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S.; FONSECA, D. B. Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral fluminense. **Oecologia Brasiliensis: Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro**, Rio de Janeiro, v. 3. p. 135-154, 1997.

VELOSO, V. G. et al. Responses of talitrid amphipods to a gradient of recreational pressure caused by beach urbanization. **Marine Ecology-an Evolutionary Perspective**, v. 29, p. 126-133, Jul 2008.

\_\_\_\_\_. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biological Conservation**, v. 127, n. 4, p. 510-515, Feb 2006.

VIANA, M. G., ROCHA-BARREIRA; GROSSI HIJO, C. A. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará – Brasil). **Braz. J. Sci. Technol.**, v.9, n.1, p.75 – 82, 2005.

WRIGHT, L. D. et al. Morphodynamics of reflective and dissipative and dissipative beach and inshore systems – southeastern Australia **Marine Geology**, v. 32, n. 1-2, p. 105-140, 1979.

WRIGHT, L. D. and SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zone and beaches, a synthesis. **Marine Geology**, v. 56, p. 93-118, 1984.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 5. ed. Prentice Hall, New Jersey. 2010.

## 8 ANEXOS

Tabela 9 - Dados abióticos medidos em campo e média por coleta dos dados sedimentares. Onde  $\Omega$  é o estágio morfodinâmico de acordo com Dean,  $\Phi$  é a granulometria média da coleta em unidade de phi, M.O. T. é porcentagem de matéria orgânica total presente no sedimento, Umid. é a porcentagem de umidade que o sedimento possui. EP: erro padrão.

Coleta	Data	Praia	Faixa	Granulometria ( $\Phi$ )		M.O. (g)		Umidade (g)		Chl a ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )		Feopigmentos ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	
				N amostral	Média	N amostral	Média	N amostral	Média	N amostral	Média	N amostral	Média
Inverno 1	14/07/2011	Putiri	FX1	8	2.45( $\pm 0,74$ )	9	1.89( $\pm 0,43$ )	9	19.30( $\pm 16,10$ )	3	0.11 ( $\pm 0,07$ )	3	ND
			FX2	8	1.74( $\pm 1,02$ )	8	1.62( $\pm 0,31$ )	8	8.61( $\pm 6,01$ )	3	0.08 ( $\pm 0,06$ )	3	ND
			FX3	8	1.72( $\pm 1,01$ )	9	1.39( $\pm 0,28$ )	9	8.77( $\pm 5,88$ )	2	0.09 ( $\pm 0,10$ )	2	ND
	15/07/2011	Dos Quinze	FX1	8	1.97( $\pm 1,10$ )	8	1.97( $\pm 1,10$ )	8	12.70( $\pm 7,34$ )	3	0.20 ( $\pm 0,24$ )	3	ND
			FX2	8	1.33( $\pm 1,34$ )	8	1.33( $\pm 1,34$ )	8	10.07( $\pm 6,15$ )	3	0.18 ( $\pm 0,11$ )	3	ND
			FX3	8	1.74( $\pm 1,16$ )	8	1.74( $\pm 1,16$ )	8	11.00( $\pm 7,75$ )	3	0.41 ( $\pm 0,32$ )	3	ND
Inverno 2	17/08/2011	Putiri	FX1	5	2.38( $\pm 0,87$ )	8	2.28( $\pm 0,32$ )	8	15.16( $\pm 6,67$ )	3	2.44 ( $\pm 1,82$ )	3	ND
			FX2	6	1.77( $\pm 0,97$ )	5	2.46( $\pm 0,69$ )	5	8.15( $\pm 7,64$ )	3	0.05 ( $\pm 0,08$ )	3	ND
			FX3	5	1.71( $\pm 0,94$ )	4	2.61( $\pm 0,41$ )	4	6.34( $\pm 6,75$ )	3	1.74 ( $\pm 2,59$ )	3	ND
	18/08/2011	Dos	FX1	5	1.80( $\pm 1,03$ )	4	1.80( $\pm 1,03$ )	4	9.36( $\pm 7,38$ )	2	0.20	2	ND

		Quinze									(±0.20)		
			FX2	6	1.70(±1.03)	3	1.70(±1.03)	3	10.55(±9.92)	2	0.31 (±0.33)	2	ND
			FX3	6	1.68(±1.00)	6	1.68(±1)	6	6.58(±5.75)	3	0.27 (±0.12)	3	ND
Inverno 3	13/09/2011	Putiri	Fx1	6	1.91(±1.06)	8	2.58(±0.45)	8	13.17(±7.06)	3	0.10 (±0.27)	3	ND
			Fx2	6	1.81(±0.97)	8	2.54(±0.59)	8	8.17(±6.84)	3	ND	8	1.85(±4.42)
			Fx3	8	1.79(±0.86)	9	3.11(±0.50)	9	7.59(±5.93)	3	ND	9	0.14(±0.48)
	14/09/2011	Dos Quinze	Fx1	6	1.46(±1.24)	8	1.46(±1.24)	8	11.32(±11.32)	3	0.06 (±0.14)	8	0.01(±0.11)
			Fx2	6	1.69(±1.07)	8	1.69(±1.07)	8	12.81(±12.81)	3	0.29 (±0.15)	8	ND
			Fx3	4	0.94(±1.01)	8	0.94(±1.01)	8	10.17(±10.17)	3	ND	8	0.03(±0.76)
Verão 1	10/01/2012	Putiri	Fx1	8	1.78(±1.03)	6	2.79(±1.81)	6	10.84(±3.06)	4	ND	6	0.41(±0.67)
			Fx2	8	1.75(±0.93)	8	2.98(±0.77)	8	10.28(±5.80)	3	ND	8	ND
			Fx3	8	1.74(±0.83)	8	3.08(±0.20)	8	9.61(±4.10)	3	ND	8	0.38(±0.52)
	11/01/2011	Dos Quinze	Fx1	8	1.77(±0.99)	8	1.77(±0.99)	8	12.44(±7.30)	3	ND	8	0.01(±0.29)
			Fx2	8	1.75(±0.95)	8	1.75(±0.95)	8	12.02(±6.60)	3	ND	8	2.79(±3.11)
			Fx3	8	1.59(±0.948)	7	1.59(±0.94)	7	11.54(±7.06)	2	ND	7	ND
Verão 2	23/01/2012	Putiri	Fx1	8	1.68(±1.01)	8	2.85(±0.47)	8	7.73(±6.28)	3	ND	8	0.32(±0.75)
			Fx2	8	1.78(±0.98)	8	2.68(±0.35)	8	6.56(±7.73)	4	ND	8	ND
			Fx3	7	1.69(±1.03)	7	3.19(±0.65)	7	10.54(±8.50)	4	0.03 (±0.03)	7	ND
	24/01/2012	Dos Quinze	Fx1	8	1.81(±1.03)	8	1.81(±1.03)	8	8.40(±5.78)	3	0.33 (±0.08)	8	ND
			Fx2	8	1.68(±1.01)	8	1.68(±1.01)	8	15.05(±1.74)	3	0.15	8	ND

											(±0.10)		
			Fx3	8	1.68(±0.99)	8	1.68(±0.99)	8	8.64(±8.55)	3	0.20 (±0.16)	8	ND
Verão 3	06/02/2012	Putiri	Fx1	8	2.32(±0.82)	9	2.52(±0.75)	9	9.37(±8.35)	4	1.05 (±1.64)	9	ND
			Fx2	8	1.78(±0.83)	8	2.71(±0.87)	8	6.94(±7.43)	4	2.28 (±5.33)	8	ND
			Fx3	6	1.72(±0.94)	6	2.99(±1.03)	6	7.76(±8.12)	4	ND	6	ND
	07/02/2012	Dos Quinze	Fx1	8	1.69(±1.06)	8	1.69(±1.06)	8	8.69(±7.32)	3	0.22 (±0.08)	8	ND
			Fx2	8	1.63(±1.02)	8	1.63(±1.02)	8	9.02(±6.78)	3	2.88 (±4.14)	8	ND
			Fx3	8	1.71(±1)	8	1.71(±1)	8	8.25(±6.40)	4	1.52 (±0.21)	8	ND