

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**AVALIAÇÃO DE EFEITOS ANTRÓPICOS  
SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DO POLIQUETA  
*Euzonus furciferus* (EHLERS, 1897) NA PRAIA  
DO CASSINO - RS, BRASIL**

**MARINA GOMES VIANA**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Oceanografia Biológica da Fundação  
Universidade Federal do Rio Grande,  
como requisito parcial à obtenção do  
título de MESTRE.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Emílio  
Bemvenuti

**RIO GRANDE  
Março de 2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Emílio Bemvenuti, pelos ensinamentos durante os dois anos de convívio. Por todo o apoio logístico, conversas descontraídas, dedicação e amizade que contribuíram muito para minha formação científica e humana.

Ao professor Dr. José Guilherme Bersano, pelas excelentes aulas ministradas durante o curso, por transmitir um indisfarçável entusiasmo com a Ciência e por aceitar em participar dessa avaliação.

À professora Dra. Cristina Rocha Barreira, uma das maiores incentivadoras de minha carreira, agradeço pela participação nessa avaliação e pelo exemplo de pessoa e pesquisadora que é.

Ao professor Dr. Milton Asmus por aceitar, gentilmente, em participar dessa banca de Mestrado.

Ao professor Dr. Paul Kinnas pela atenção, dedicação e auxílio durante inúmeras dúvidas que surgiram ao analisar os dados.

Ao time do Laboratório de Bentos: André Colling, Luciana Angonesi, Janaína e Ingrid pela ajuda durante as coletas e pelos momentos descontraídos do dia-a-dia. Em especial, à Raphael Pinotti e Michel Gandra pelas “consultorias” computacionais e ao sempre bem-humorado Nilton Araújo (Niltão), que não perde o sorriso mesmo nos dias mais frios.

Agradeço, em especial, à Liana Queiroz, pela troca de experiências, discussões ecológicas e, sobretudo, pela amizade consolidada; pela divertidíssima

convivência e companheirismo com ela e sua família - Pedro Vasconcelos e Luara Lidra (“Linda”): sem vocês o primeiro ano teria sido muito mais difícil.

Às minhas biólogas-irmãs Geórgia Tavares e Magalline Girão, por proporcionarem momentos tão cearenses em terras gaúchas, queridas desde a graduação, a cumplicidade no dia-a-dia reforçou ainda mais nossos laços.

Ao “Clã Nordestino” em Rio Grande: Viviana Lisboa, Aline Previtera, Ítalo, Rafaela e Taís Braga, Lise “Maria”, Raquel, Marcelo, Carol, Tiago e crianças, que fizeram nossos costumes, sotaques e calor humano serem ainda mais valorizados.

Aos colegas de curso: Marcos Alaniz, Rúbia, Afrânio, Jeison, Amábile, Arnaldo, Márcio, Cristiane, Santiago, e muitos outros; aos capoeiristas que tive oportunidade de jogar; Preto, Camila, Daniel, Veridiana, Raphael, Amália, Alessandra, obrigado por suprirem com esse meu vício confesso. À Pedro Patu, aos colegas do LOG e alunos da Oceanologia, por ajudaram nas coletas e experimentos de campo.

Agradeço muito ao carinho, amizade, cumplicidade e amor de Mauro Lima; pela essencial ajuda e opinião, mesmo a distância, na fase final de análise e redação da dissertação.

Aos meus amados pais; Valdisio e Lúcia, pelo amor e apoio incondicional nessa fase, e aos meus queridos irmãos; Livia, Danilo e Mateus pela compreensão da minha ausência. À meus parentes e amigos que, apesar da distância, me apoiaram e acreditaram no meu trabalho.

À vida, que amo mais que tudo!

**ÍNDICE**

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ANEXO.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOs.....</b>	<b>13</b>
<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>13</b>
<b>DESENHO AMOSTRAL .....</b>	<b>14</b>
<b>ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....</b>	<b>20</b>
<b>EFEITO DO PISOTEIO SOBRE <i>Euzonus furciferus</i>.....</b>	<b>23</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>37</b>

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
ÁREA DE ESTUDO.....	40
DESENHO AMOSTRAL.....	41
ANÁLISE DOS DADOS.....	45
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	46
EFEITO DO TRÂNSITO DE VEÍCULOS SOBRE <i>Euzonus furciferus</i> .....	50
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>62</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>63</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>636</b>
ÁREA DE ESTUDO.....	66
DESENHO AMOSTRAL.....	68
ANÁLISE DOS DADOS.....	72
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>75</b>
VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	75
EFEITO SOBRE O POLIQUETA <i>Euzonus furciferus</i> .....	83
DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE <i>Euzonus furciferus</i> .....	83
Zonação de <i>Euzonus furciferus</i> .....	85
Estratificação de <i>Euzonus furciferus</i> Dentro do Sedimento.....	88
RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A DENSIDADE DE <i>Euzonus furciferus</i> .....	90
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>92</b>

PERÍODO DE PRIMAVERA.....	92
PERÍODO DE VERÃO .....	97
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>101</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>1015</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo com detalhe do Balneário Cassino e do local onde foi realizado o experimento (modificado a partir do site <a href="http://www.aquarius.geomar.de">http://www.aquarius.geomar.de</a> ). ....	14
Figura 2: Temperatura do sedimento em função da profundidade nas áreas Controle e Pisoteio durante os dois períodos experimentais.....	21
Figura 3: Grau de Compactação (A) e Permeabilidade do sedimento (B) nas áreas Controle e Pisoteio durante os dois períodos experimentais. (·) média, (□) erro padrão, (I) desvio padrão. ....	22
Figura 4: Densidade média de <i>E. furciferus</i> ao longo da profundidade do sedimento, nas áreas Controle e Pisoteio antes e após as simulações de atividades recreativas.....	25
Figura 5: Densidade de <i>E. furciferus</i> Vivos e Mortos nas áreas Controle e Pisoteio dentro das diferentes profundidades amostradas, antes e após os jogos.....	27
Figura 6: Mapa da área de estudo com detalhe do Balneário Cassino e do local onde foi realizado o experimento (modificado a partir do site <a href="http://www.aquarius.geomar.de">http://www.aquarius.geomar.de</a> ). ....	40
Figura 7: Salinidade (A), Temperatura (B) e Umidade (C) do sedimento em função da profundidade nas áreas Controle e Veículos durante os dois períodos experimentais. ....	47
Figura 8: Grau de Compactação (A) e Permeabilidade do sedimento (B) nas áreas Controle e Veículos durante os dois períodos experimentais. (·) média, (I) erro padrão, (I) desvio padrão. ....	49
Figura 9: Densidade média de <i>E. furciferus</i> ao longo da profundidade do sedimento, nas áreas Controle e Veículos antes e após as passagens de tráfego de veículos. ....	51
Figura 10: Densidade média de <i>E. furciferus</i> ao longo dos estratos de profundidade nas áreas Controle e Veículos antes e após as passagens de trânsito. ....	54
Figura 11: Área de estudo (modificado de <a href="http://www.aquarius.geomar.de">http://www.aquarius.geomar.de</a> ) com os detalhes dos locais de coleta na Praia do Cassino ( <b>A</b> ) e da grade amostral utilizada nos locais de coleta ( <b>B</b> ). ....	66

- Figura 12: Variação na composição granulométrica do sedimento ao longo das Locais da Praia do Cassino durante a Primavera e Verão. (·) média, (I) erro padrão, (I) desvio padrão. .... 77
- Figura 13: Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da granulometria do sedimento da Praia do Cassino evidenciando a formação de três grupos que setorizam o ambiente. (P- Primavera e V- Verão) “Stress” gráfico do MDS = 0,04. ..78
- Figura 14: Diferença espacial da Salinidade, Temperatura, Teor de Umidade, Matéria Orgânica, Grau de Compactação e Permeabilidade do sedimento, na Primavera e Verão. (·) média, (□) erro padrão e (I) desvio padrão..... 81
- Figura 15: Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) dos parâmetros ambientais da Praia do Cassino evidenciando a formação de dois grupos através dos períodos amostrais (P- Primavera e V- Verão) “Stress” gráfico do MDS = 0,09..... 82
- Figura 16: Densidade média de *Euzonus furciferus* ao longo das Locais de coleta durante os dois Períodos de estudo. (·) média, (□) erro padrão e (I) desvio padrão. .... 85
- Figura 17: Zonação de *Euzonus furciferus* ao longo dos níveis do mesolitoral da Praia do Cassino nos Locais e Períodos amostrais. .... 87
- Figura 18: Abundância de *Euzonus furciferus* em relação à profundidade do sedimento (cm) ao longo da Praia do Cassino, durante os períodos amostrais. .... 89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para salinidade, temperatura e umidade do sedimento por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio. Os asteriscos mostram os testes significativos. ....	20
Tabela 2: Teste t comparando o Grau de Compactação do sedimento (KgF.cm <sup>-2</sup> ) e a Permeabilidade K (cm.s <sup>-1</sup> ) do sedimento antes e depois dos tratamentos, nas áreas Controle e Pisoteio. Os asteriscos mostram os testes significativos. ....	22
Tabela 3: Caracterização granulométrica e porcentagem de Matéria orgânica (MO) ao longo das profundidades do sedimento nas áreas Controle e Pisoteio. ....	23
Tabela 4: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para densidade de <i>Euzonus furciferus</i> , por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio; e teste <i>a posteriori</i> de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio. ....	24
Tabela 5: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Vivos e Mortos, por período e profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio; e teste <i>a posteriori</i> de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio. ....	26
Tabela 6: Porcentagem de ocorrência de <i>E. furciferus</i> nas áreas Controle e Pisoteio nas diferentes profundidades amostradas em ambos períodos estudados. ....	26
Tabela 7: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Salinidade, Temperatura e Umidade do sedimento por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Veículos. Os asteriscos mostram os testes significativos. ....	46
Tabela 8: Teste de médias (Teste t) comparando o Grau de Compactação do sedimento (KgF.cm <sup>-2</sup> ) e a Permeabilidade (cm.s <sup>-1</sup> ) do sedimento Antes e Depois dos tratamentos, nas áreas Controle e Veículos. ....	48
Tabela 9: Caracterização granulométrica e porcentagem de Matéria orgânica (MO) ao longo das profundidades do sedimento nas áreas Controle e Veículos. ....	50
Tabela 10: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para densidade de <i>Euzonus furciferus</i> , por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Veículos; e teste <i>a posteriori</i> de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e	

os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio.....	51
Tabela 11: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Vivos e Mortos por período e estrato de coleta nas áreas Controle e Veículos, e teste <i>a posteriori</i> de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para estratos no Controle e letras minúsculas para estratos no Tratamento Veículos.....	52
Tabela 12: Porcentagem de ocorrência de <i>E. furciferus</i> nas áreas Controle e Veículos nas diferentes profundidades amostradas em ambos períodos estudados. ....	53
Tabela 13: Largura da praia nas Locais de Coleta e análise granulométrica das amostras de sedimento coletados em cada um desses locais (Largura em m e diâmetro do grão em $\mu\text{m}$ ). ....	76
Tabela 14: Porcentagem média de similaridade e dissimilaridade (SIMPER) da granulometria do sedimento na formação dos Setores I, II e III observados nas análises de MDS da figura 13.....	79
Tabela 15: Teste não-paramétrico de médias comparando os parâmetros ambientais medidos na Primavera e Verão. Os asteriscos mostram os testes significativos. ....	79
Tabela 16: Porcentagem média de similaridade e dissimilaridade (SIMPER) dos parâmetros ambientais medidos nas Locais de coleta, explicando o resultado observado na análise MDS da figura 6. ....	83
Tabela 18: Resultado do Coeficiente de Correlação de Spearman (R) entre as variáveis ambientais e a densidade de <i>Euzonus furciferus</i> . Em destaque estão os valores acima de 0,5 e com $p < 0,05$ . ....	91

**LISTA DE ANEXO**

Anexo 1: Distribuição espacial de <i>Euzonus furciferus</i> ao longo dos locais de coleta da Praia do Cassino, durante a Primavera de 2007 (escala está em ind.m <sup>-2</sup> ).....	108
Anexo 2: Distribuição espacial de <i>Euzonus furciferus</i> ao longo dos locais de coleta da Praia do Cassino, durante o Verão de 2007 (escala está em ind.m <sup>-2</sup> ).....	109

## RESUMO

Nesse estudo foi realizado uma avaliação de diferentes efeitos antrópicos sobre o poliqueta *Euzonus furciferus* na Praia do Cassino (RS) por meio de dois experimentos de campo e do acompanhamento da sua distribuição antes e após o verão de 2007. Para realização dos experimentos, foram selecionadas oito áreas, com quatro áreas “Controle” e quatro áreas “Tratamento” (pisoteio humano e circulação de veículos). Cinco amostras foram retiradas antes e depois da realização dos distúrbios. Cada amostra foi estratificada até 20 cm de profundidade para constatar um possível deslocamento vertical do organismo. A contagem do número de organismos vivos e mortos bem como a verificação dos parâmetros ambientais de cada camada foi realizada. O acompanhamento da distribuição de *Euzonus furciferus* na Praia do Cassino ocorreu ao longo de 27 quilômetros de praia, onde dez estações de coleta foram amostradas, cada uma com 24 amostras, antes e depois do verão de 2007. Estratificação do sedimento e medição dos parâmetros ambientais também foram realizados. Nos experimentos, foi observado um deslocamento vertical do poliqueta em decorrência dos distúrbios provocados pelo pisoteio e veículos, além de uma alta porcentagem de organismos mortos após os tratamentos. No estudo de distribuição, a ausência do poliqueta *E. furciferus* das áreas com maior impacto antrópico (tráfego de veículos e presença de banhistas) reflete as consequências que estes distúrbios podem trazer ao ecossistema da Praia do Cassino.

**Palavras-chave:** Praias arenosas, poliqueta, trânsito de veículos, pisoteio humano.

## **ABSTRACT**

The evaluation of different human effects on the intertidal polychaete *Euzonus furciferus* was accomplished due to a field experiment and by the accompaniment of its distribution on Cassino Beach, southern Brazil, before and after the summer 2007. Were selected eight areas for the field experiment, divided up into Control and Treatment areas (as human trampling and vehicles' circulation). Five samples were taken before and after the disturbances, being each one of them stratified until 20 cm depth, in order to verify the organism's vertical migration. The number of live and dead animals was observed as well as the environmental parameters, at each layer. The *Euzonus furciferus*' horizontal distribution on Cassino Beach was monitored along 27 km divided into ten stations, each one comprising 24 sample points, before and after the summer 2007. Regarding the field experiments, a vertical migration was observed due to the trampling and vehicles' disturbances. Furthermore, the polychaete *E. furciferus* showed injury after both treatments, in which were also observed an increment of dead animals. In the horizontal distribution' study, its absence in the areas with a large human interference (vehicles' traffic and tourists' presence) suggested that these activities could represent a negative threat to the sandy beaches' ecosystem.

**Key words:** Sandy beaches, polychaete worm, vehicles' traffic, human trampling.

## INTRODUÇÃO GERAL

Praias arenosas oceânicas são consideradas ambientes dominantes ao longo das regiões costeiras de todo mundo (Bascom, 1980). Tratam-se de ambientes que a maior parte da população humana habita (Priskin, 2003) e é ao longo delas que se desenvolvem cidades, balneários, atividades turísticas, comerciais e industriais. Estas atividades envolvem não só um significativo número de pessoas, como também vários investimentos financeiros na forma de empreendimentos diversos e construções (Hoefel, 1998).

Em muitas cidades litorâneas a economia é baseada no turismo das praias e esta atividade deve ter sua importância econômica reconhecida (Stronge, 1994). Por estes motivos, há muitos anos as praias vêm recebendo os efeitos diretos do crescimento demográfico, do aumento da ocupação das costas e da multiplicação dos usos que se faz dessas regiões. Tais efeitos refletem-se em praias cada vez mais repleta de freqüentadores, na proliferação de condomínios litorâneos e outras construções à beira-mar e no aumento do uso de obras de engenharia costeira tradicional (Hoefel, 1998).

Historicamente, os estudos ecológicos conduzidos em praias arenosas ao redor do mundo procuram relacionar as variações espaciais e temporais que ocorrem nas comunidades e populações praias com parâmetros ambientais e processos biológicos que acontecem nesse ambiente (Defeo & de Avala, 1995; Brazeiro, 1999; Defeo *et al.* 2001). Poucos são os trabalhos que buscam as conseqüências do aumento de distúrbios antrópicos sobre os processos

populacionais e de estrutura da comunidade em praias arenosas (McLachlan, 1996; Lercari & Defeo, 1999, Schoeman *et al.* 2000)

Uma variedade de fatores externos e antrópicos impactam o ambiente de praias arenosas em escalas temporais e espaciais. Poluição, expansão da população humana, desenvolvimento, construções que transformam a costa e modificam processos geológicos além do aumento de atividades recreacionais afetam esses sistemas (McLachlan & Brown, 2006).

A costa do Rio Grande do Sul é essencialmente composta por praias arenosas onde a Praia do Cassino, localizada na cidade de Rio Grande, apresenta-se como a mais dissipativa do Estado e, está entre as mais ricas e produtivas praias arenosas do mundo (Gianuca, 1998). Essa praia vem recebendo uma variedade de impactos antrópicos como o enorme desenvolvimento turístico, o aumento de atividades recreacionais, o trânsito de veículos na face praiial além da influência permanente dos Molhes da Barra da Lagoa dos Patos, sendo as conseqüências desses usos em relação à macrofauna bentônica pouco documentada.

Diante disso, procurou-se caracterizar como os distúrbios antrópicos presentes nessa praia afetam as populações de organismos residentes. Para tanto, foi observada a distribuição do poliqueta ofelídeo *Euzonus furciferus* (Orensanz & Gianuca, 1974) ao longo da Praia do Cassino durante dois períodos distintos do ano, bem como foi realizado experimentos naturais para a identificação das conseqüências de perturbações humanas no ecossistema.

A escolha do poliqueta *Euzonus furciferus* para a avaliação das hipóteses desse estudo se deu por se tratar de uma das principais espécies dominantes da zona de mesolitoral da Praia do Cassino, sendo esta zona a mais bem ocupada pelos visitantes e seus veículos.

Segundo (Dangott & Terwilliger, 1986), poliquetas do gênero *Euzonus* são organismos bastante comuns na zona de mesolitoral de praias arenosas de altas latitudes, podendo chegar até a 3000 ind.m<sup>-2</sup>. Sua importância ecológica no ecossistema praias vem do fato de serem organismos responsáveis pela remobilização física e química do sedimento podendo suprir com a produção secundária do ecossistema praias tão bem quando uma população de filtradores (Dangott & Terwilliger, 1986). Embora abundantes e com função ecológica reconhecida, poucos são os estudos que se propõem em discorrer sobre a biologia e ecologia dessa espécie.

Poliquetas pertencentes ao gênero *Euzonus* são cavadores que deslocam-se restritamente até 20 cm de profundidade. Em uma praia de areia fina na Califórnia, Ruby & Fox (1976) observaram um deslocamento vertical de *Euzonus* dentro da coluna de areia em função da oscilação da maré e dos teores de oxigenação sedimento. Durante a maré baixa, os organismos ocupavam a superfície do sedimento, sendo estes bastante oxigenados. Quando a maré sobe, para escapar da turbulência da água provocada pelo movimento mareal, os poliquetas deslocamem-se para as camadas inferiores do sedimento, notavelmente com menores concentrações de oxigênio. Dessa forma, populações do poliqueta *Euzonus* têm a capacidade natural de manutenção na zona em que

vivem, não sendo levado pela maré e não tendo necessidade de deslocamento horizontal como ocorre entre os migradores mareais (Cubit, 1969; Donn *et al*, 1986; Scapini *et al* 1996).

Por possuir exclusivamente um movimento de migração vertical dentro sedimento, poliquetas do gênero *Euzonus* possuem capacidade de sobreviver a mudanças na concentração dos teores de oxigênio no sedimento praial, oscilando entre um metabolismo aeróbico e anaeróbico. Nessa espécie, a hemoglobina é a proteína carreadora do oxigênio da respiração celular, ela é exclusivamente extracelular e tem uma grande afinidade com o oxigênio. Sob condições aeróbicas, a espécie é capaz de manter a aerobicidade em até 4 horas de anoxia. Em condições anaeróbicas, *Euzonus* conseguem sobreviver até 20 dias sem oxigênio no sedimento, realizando respiração anaeróbica por meio de succinato e propanato (Ruby & Fox, 1976). Essas características revelam o quanto poliquetas do gênero *Euzonus* podem suportar a severidade da zona entremarés de praias arenosas.

Esse trabalho foi dividido em três capítulos, no qual os dois primeiros propõem-se em verificar, experimentalmente, os efeitos de intenso pisoteio humano e de veículos sobre áreas que contenham o poliqueta *Euzonus furciferus*, além de um terceiro capítulo que buscou estabelecer relações entre a distribuição do poliqueta ao longo de diferentes distâncias das perturbações antrópicas existentes na Praia do Cassino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASCOM, W. 1980. Waves and Beaches: The Dynamics of the Ocean Surface. Anchor Press, Garden City, New York: 366 pp.
- BRAZEIRO, A. 1999. Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, distribution and abundance of species. *Revista Chilena de História Natural*, 72: 99–111.
- DANGOTT, LJ & RC TERWILLIGER. 1986. The role of extracelular hemoglobins in the oxygen consumption of the burrowing polychaete, *Euzonus mucronata* (Treadwell). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 97: 193-204.
- DEFEO, O & A DE AVALA. 1995 Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay *Mar Ecol Prog Ser.*, 123: 73-82.
- DEFEO O, J GÓMEZ, D LERCARI. 2001. Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Mar Ecol Prog Ser.*, 212:159-170.
- GIANUCA, NM. 1998. Invertebrados bentônicos da praia. In: U SEELIGER, C ODEBRECHT & JP CASTELLO. Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecocientia*: 127-130.
- HOEFEL, FG. 1998. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica. Itajaí, Ed. da Univali, 92p.

- LERCARI D & O DEFEO. 1999. Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 49: 457–468.
- McLACHLAN, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. Marine Ecology Progress Series, 131: 205-211.
- McLACHLAN, A & AC BROWN. 2006. The Ecology of Sandy Shores. Elsevier, Amsterdam – Oxford, 373p.
- PRISKIN, J. 2003. Tourist perceptions of degradation caused by coastal nature-based recreation. Environmental Management, 32: 189–204.
- STRONGE, WB. 1994. Beaches, tourism and economic development. Shore and Beach, 38: 6-8.
- SCHOEMAN, DS, A MCLACHLAN & JE DUGAN. 2000. Lessons from a disturbance experiment in the intertidal zone of an exposed sandy beach. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 50: 869-884.

## **CAPÍTULO 1**

**INFLUÊNCIA DO PISOTEIO SOBRE A ESTRATIFICAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA  
DO POLIQUETA *EUZONUS FURCIFERUS* NA PRAIA DO CASSINO, EXTREMO  
SUL DO BRASIL.**

## INTRODUÇÃO

Mudanças na abundância populacional de espécies e na estrutura de comunidades podem ser provocadas por distúrbios ambientais (Sousa, 1984). No ambiente de praias arenosas, esses distúrbios podem ser naturais (tempestades, erosão-acressão da praia, etc) ou antrópicos (construção de molhes e/ou outras estruturas, trânsito de veículos em dunas e face praial, atividades recreacionais de banhistas, etc). Ambos podem causar alterações permanentes no hábitat e resultar em efeitos negativos sobre as populações das espécies macrofaunais.

Uma consequência dos distúrbios naturais é a aparente migração dos organismos para zonas mais úmidas da praia ou, em último caso, a ausência de animais nas suas zonas preferenciais durante os meses de verão coincidente com o aumento da densidade de usuários das praias (Jaramillo *et al.*, 1996).

Os estudos ecológicos sobre as modificações ambientais causadas por atividades recreacionais são raros, mesmo sabendo que a urbanização e o turismo estão crescendo nas zonas costeiras do mundo inteiro. Somente a partir dos anos 90, o número de trabalhos aumentou a respeito dos impactos de atividades recreativas sobre o ecossistema de praias.

Apesar disso, a maioria dos estudos é direcionada para a comunidade vegetal de dunas (Brown & McLachlan, 1990; Rickard *et al.*, 1994; Watson *et al.* 1996) e a faixa entremarés das praias pouco é documentada.

Investigações abordando os efeitos recreacionais sobre a macrofauna entremareal são encontradas na literatura. No Chile, Jaramillo *et al.* (1996)

comparou uma área bastante pisoteada por banhistas com uma área livre de pisoteio, onde não foi encontrada influência das atividades humanas sobre a fauna. Contraditoriamente ao estudo chileno, o pisoteio humano foi identificado como o fator responsável pelo desaparecimento de várias espécies de organismos infaunais ao redor de várias praias do mundo (Welawski *et al.*, 2000; Barros, 2001; Moffet *et al.*, 1998).

No Brasil, Almeida (2005) mostrou que praias urbanizadas do Rio de Janeiro possuem macroinfauna com menor riqueza e abundância do que aquelas não urbanizadas; Viana (2006) registrou a ausência do anfípoda *Bathyporeiapus* sp. em uma praia urbanizada, quando comparada a outra praia pouco freqüentada no litoral oeste do Ceará. Neves & Bemvenuti (2006), ao comparar a distribuição e abundância de tocas do caranguejo *Ocypode quadrata* em três praias arenosas do Sul do Brasil, verificaram a pouca abundância da espécie na área de maior influência trânsito de veículos e pedestres; e Veloso *et al.* (2006), relataram que o anfípoda *Pseudorchestoidea brasiliensis* esteve ausente em praias urbanizadas do Rio de Janeiro.

Apesar do crescente interesse em abordar esse assunto em estudos envolvendo macrofauna praias, a imensa maioria dos trabalhos é puramente descritiva, faltando estudos experimentais que abordem o efeito e as conseqüências das perturbações causadas por atividades antrópicas sobre a macrofauna entremarés.

Na porção sul do litoral do Rio Grande do Sul, o Balneário do Cassino é um dos destinos mais procurados para veraneio. Habitantes de vários municípios do

Estado encontram no Cassino boa estrutura turística e águas calmas para o lazer durante os meses de verão. No restante do ano, a frequência de visitas tende a diminuir drasticamente na praia devido à sazonalidade do clima da região.

O mesolitoral médio e superior da Praia do Cassino corresponde a mais larga zona dessa praia e consiste na zona praial mais bem ocupada pelos visitantes. De acordo com Neves *et al.* (2007), o organismo dominante dessa zona é o poliqueta ofelídeo *Euzonus furciferus*, não ultrapassando 5 cm de tamanho. Esse organismo é um cavador superficial que ocorre desde os primeiros centímetros da superfície até 15 e 20 cm de profundidade no interior do sedimento (Neves *et al.*, 2007).

Durante um estudo sazonal, Neves *et al.* (2007) constataram que, para a Praia do Cassino, *E. furciferus* tem sua maior abundância no outono enquanto que no verão sua ocorrência fica bastante escassa. Esta diminuição de densidade poderia estar relacionada a um possível impacto causado pela intensa frequência de veranistas na Praia do Cassino durante os meses de verão.

Para o presente trabalho propõe-se a hipótese de que uma intensa atividade de pisoteio altera a estratificação de *E. furciferus* e pode, inclusive, afetar sobrevivência dessa espécie no horizonte superior da faixa entremarés na Praia do Cassino. Neste contexto objetiva-se verificar, de maneira experimental, quais os efeitos causados por atividades recreativas, que promovam um intenso pisoteio sobre o poliqueta *Euzonus furciferus*, a fim de observar a sobrevivência e comportamento da espécie sob este distúrbio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

O experimento foi conduzido ao sul do navio encalhado ( $32^{\circ}17'46,7''S$ ;  $052^{\circ}15'52''W$ ), aproximadamente a 30 km do Balneário Cassino durante um dia na primavera de 2006. De acordo com Pereira da Silva (1998), a porção praias dessa região pode ser classificada morfodinamicamente como intermediária, apresentando variabilidade sazonal bem definida. O acesso humano é limitado em virtude da presença de um riacho permanente nas proximidades do Navio Altair, que dificulta a passagem de veículos para a área em estudo (Fig.1).

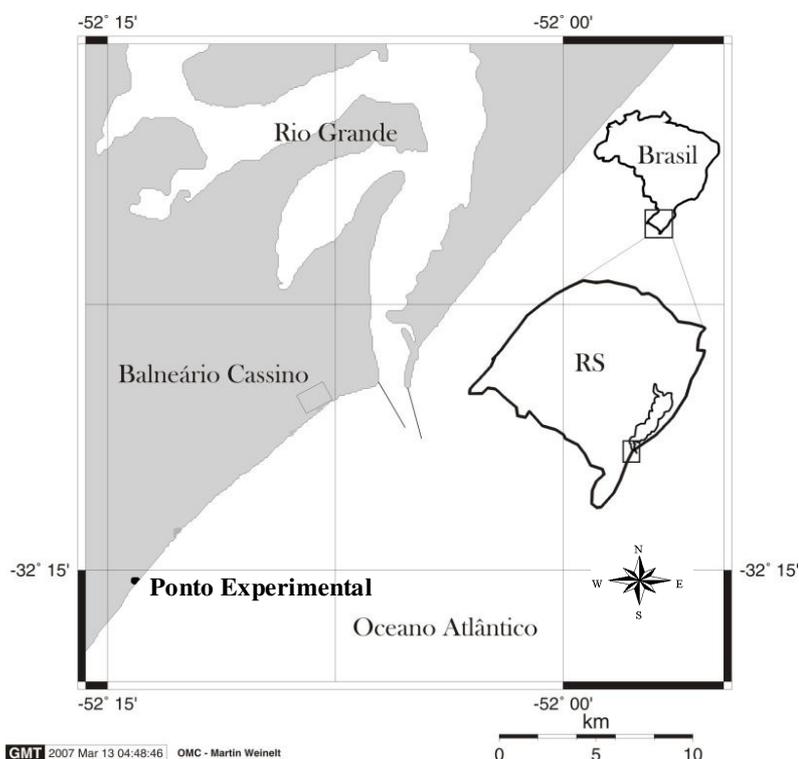


Figura 1: Área de estudo com detalhe do Balneário Cassino e do local onde foi realizado o experimento (modificado a partir do site <http://www.aquarius.geomar.de>).

O mesolitoral superior e médio foi selecionado para o estudo, visto que o poliqueta *Euzonus furciferus* é encontrado em grande abundância nessa zona (Neves et al. 2007).

## DESENHO AMOSTRAL

O impacto do pisoteio humano foi avaliado por meio de simulações de atividades recreativas típicas de fim de semana, sendo oito áreas selecionadas

para a realização do experimento, cada uma com 300 m<sup>2</sup> (15 m x 20 m). Quatro áreas foram separadas ao acaso para o “Tratamento-Pisoteio” e quatro para o “Tratamento-Controle”. Nas áreas do “Tratamento-Pisoteio” foram disputadas duas partidas de futebol durante 30 minutos com a participação de 10 jogadores, totalizando uma hora de perturbação contínua sobre as áreas experimentais.

Antes e após as partidas, foram retiradas, aleatoriamente, cinco amostras biológicas em cada uma das oito áreas. Para tanto, foi utilizado um tubo cilíndrico de PVC com 0,0078 m<sup>2</sup> de área de base, enterrado a 20 cm de profundidade no sedimento e malha de 0,5 mm de abertura de poro para separação e contagem dos organismos, seguindo os padrões comumente utilizados para amostragem em praias arenosas (Schoeman *et al.* 2003).

Para verificar a distribuição vertical de *Euzonus furciferus* no interior do sedimento, as amostras foram divididas em quatro estratos de acordo com a profundidade do sedimento (0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm e 15-20 cm) com auxílio de um estratificador cilíndrico de PVC devidamente marcado com as quatro profundidades além de uma espátula de metal para fatiar o sedimento nos estratos.

Após a coleta, os exemplares de *E. furciferus* foram levados para o laboratório acondicionados em sacos plásticos e mantidos em isopor por até 24 horas. Cabe observar que a partir de um teste prévio verificou-se que exemplares de *Euzonus furciferus*, coletados e mantidos por 48 horas em sacos plásticos com a areia do local de coleta, mostraram-se ativos e com 100% de sobrevivência.

A contagem dos organismos foi efetuada por profundidade, sob microscópio esterioscópico, para cada uma das réplicas dos tratamentos (Controle e Pisoteio), em ambos os períodos amostrais. Além disso, foi verificado também o estado dos organismos, sendo classificados em organismos Vivos ou Mortos. O critério de classificação de organismos Vivos se deu pela atividade corporal evidente dos poliquetas após estímulos, enquanto que para os organismos Mortos observou-se a ausência de atividade corporal após sucessivos estímulos.

Além da coleta do material biológico, os seguintes dados foram obtidos em triplicata para cada profundidade das áreas experimentais, antes e após as simulações de atividades recreativas:

- *Temperatura do sedimento*: obtidas com o auxílio de termômetro de mercúrio com precisão de 1°C
- *Teor de umidade do sedimento*: foram retiradas porções de sedimento as quais foram acondicionadas em recipientes secos de acrílico, previamente etiquetados e, em seguida, armazenadas em caixa de isopor. No laboratório, os frascos de sedimento foram imediatamente pesados e depois submetidos à secagem em estufa a uma temperatura de 60°C. O teor de umidade (em %) foi estimado através da perda do peso do sedimento após a secagem até a estabilização do peso das amostras (Alves, 2004).
- *Salinidade do sedimento*: a leitura foi realizada segundo o método de Hay *et al.* (1981) modificado, onde a salinidade da areia do ambiente é medida através de uma solução 1:1 (massa:volume), usando 10 g de areia e 10 ml de água destilada.

Depois de 20 minutos de agitação da solução, aguarda-se o equilíbrio da mesma sendo a leitura da salinidade realizada através da medição da alíquota da solução, utilizando um refratômetro com precisão de 1,0‰.

Para determinar a resistência do substrato ao pisoteio dos jogadores, o grau de compactação do sedimento foi medido, em triplicata, para cada tratamento, antes e depois da realização dos dois jogos. A intensidade de 20 KgF foi aplicada em todas as medições usando um penetrômetro manual com ponteira cônica de aço de cerca de 1 cm de diâmetro com leitura direta em KgF.cm<sup>-2</sup>.

A permeabilidade do sedimento foi analisada através de ensaios geotécnicos com tubo aberto de PVC de 40 cm de comprimento e diâmetro de 7cm, segundo o método descrito por Caputo (1980), no qual o coeficiente de permeabilidade (K) é obtido diretamente em cm.s<sup>-1</sup>. O tubo, devidamente metrado de 0 à 10 cm a partir do seu topo, foi enterrado até uma profundidade de cinco cm no solo e preenchido com água até o topo. Com o tubo cheio, cronometrava-se o tempo que a coluna de água levava para percorrer o intervalo de 0-10 cm. A partir dos valores obtidos em campo, era calculada a permeabilidade através da equação:

$$K = (r/4h_m)(d_h/d_t)$$

onde,

r = raio do tubo;

h<sub>m</sub> = altura da água à 10cm, em situações acima do nível do lençol freático;

d<sub>h</sub>, = distância do tubo percorrida pelo fluido; e

$d_t$  = intervalo de tempo.

Além disso, a granulometria e a matéria orgânica do sedimento foram avaliadas em cada uma das áreas, somente antes da realização das partidas. Para tanto, foram retiradas três amostras de sedimento, em cada uma das profundidades, com auxílio de recipientes plásticos devidamente etiquetados e transportados ao laboratório. As amostras foram submetidas à lavagem, para a extração dos sais e secagem em estufa a uma temperatura de aproximadamente 60 °C durante 24 horas. A seguir, as amostras foram peneiradas em um jogo de peneiras de ¼ phi de diferença de abertura de malha. As frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão analítica (0,001g). A interpretação dos dados seguiu a metodologia descrita por Folk & Ward (1957), com o uso do programa SYSGRAN, versão 3.0.

Para análise do teor de matéria orgânica, cadinhos de porcelana com pequenas quantidades de sedimento amostrado foram submetidos à secagem em estufa à 60 °C por 24 horas, para determinar o peso seco. Após isso, os cadinhos foram levados imediatamente à mufla onde foram submetidos a uma temperatura de 450 °C durante duas horas, para determinar o peso seco livre de cinzas. Após esse procedimento, o material foi pesado novamente e o teor de matéria orgânica pôde ser estimado a partir da diferença entre os pesos.

## ANÁLISE DOS DADOS

Após a separação e contagem dos organismos, suas densidades foram extrapoladas para  $\text{ind.m}^{-2}$  e os valores foram transformados, quando necessário, para  $\log_{10}(x+1)$ , para reduzir a diferença entre os valores extremos, evitar problemas com ocorrências nulas e atingir os pré-requisitos básicos de normalidade e homocedasticidade para análises paramétricas de variância (Zar, 1999).

Tanto os dados ambientais como os de densidade de *Euzonus furciferus* nas áreas Controle e Pisoteio foram comparados, independentemente, segundo ANOVA-Bifatorial (2x4) considerando-se Período (Antes e Depois) e Profundidades (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm) como fatores. Quando foram observadas diferenças significativas entre os fatores Período X Profundidade, foi aplicado o teste a *posteriori* de Fisher LSD.

O teste de médias de Student (Teste t) também foi usado para comparar as médias das variáveis grau de compactação e permeabilidade do sedimento, antes e depois das partidas. Todas as análises tiveram nível de 5% de significância.

## RESULTADOS

### VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Somente a temperatura do sedimento mostrou variação significativa nas áreas estudadas para Período e Profundidade visto separadamente (Tab.1). Para o fator Período, as temperaturas foram mais elevadas após as partidas, passando de 21°C para 23°C no Controle e de 20°C para 22°C no Pisoteio. Dentre as profundidades analisadas, foram percebidas temperaturas significativamente mais elevadas no intervalo de 0-5 cm em comparação as demais camadas, tanto nas áreas Controle como nas do Pisoteio. Esta diminuição foi de aproximadamente 2°C desde a superfície até a camada mais profunda, e de cerca de 0,5°C a cada camada de profundidade (Tab.1; Fig.2).

Tabela 1: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para salinidade, temperatura e umidade do sedimento por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio. Os asteriscos mostram os testes significativos.

	CONTROLE						PISOTEIO					
	Salinidade		°C		Umidade		Salinidade		°C		Umidade	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Período</b>	0.530	0.473	6.020	<b>0.022*</b>	1.074	0.310	5.680	0.025	24.768	<b>0.000*</b>	2.369	0.137
<b>Profundidade</b>	0.175	0.912	3.623	<b>0.027*</b>	1.171	0.342	1.594	0.217	3.994	<b>0.019*</b>	0.505	0.683
<b>Período X Profundidade</b>	0.007	0.999	0.105	0.957	0.110	0.953	0.316	0.814	0.000	1.000	0.501	0.685

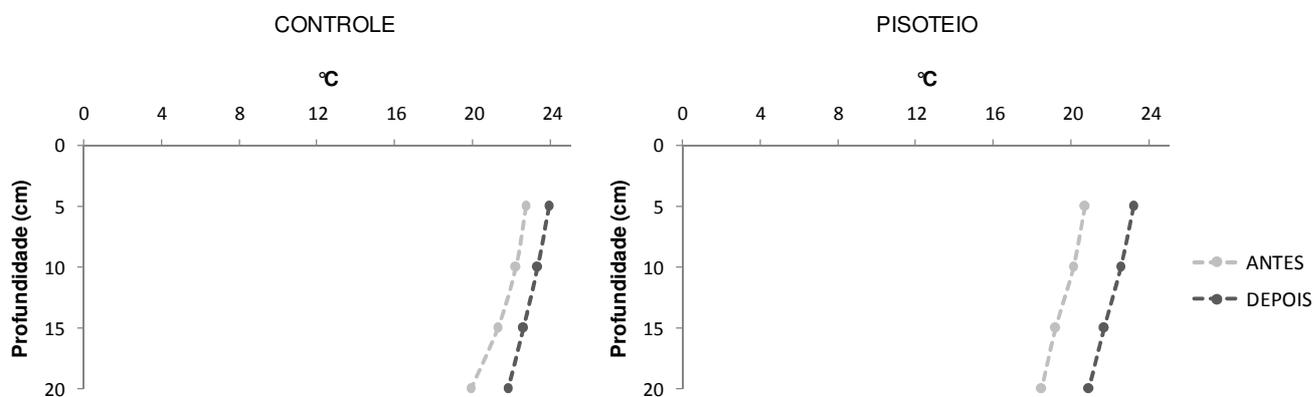


Figura 2: Temperatura do sedimento em função da profundidade nas áreas Controle e Pisoteio durante os dois períodos experimentais.

O grau de compactação e a permeabilidade do sedimento mostraram o mesmo padrão nas áreas Controle e Pisoteio em que, para ambas variáveis, foram observados menores valores após as partidas. De acordo com a figura 3, as medidas de compactação variaram de  $0,78 \text{ KgF.cm}^{-2} (\pm 0,17)$  para  $0,63 \text{ KgF.cm}^{-2} (\pm 0,09)$  no Controle, enquanto que nas áreas Pisoteio variaram de  $0,94 \text{ KgF.cm}^{-2} (\pm 0,15)$  para  $0,75 \text{ KgF.cm}^{-2} (\pm 0,15)$ . A permeabilidade do sedimento diminuiu de  $1,7 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1} (\pm 0,6 \times 10^{-3})$  para  $1,1 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1} (\pm 0,3 \times 10^{-3})$  no Controle, e passou de  $2,1 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1} (\pm 0,4 \times 10^{-3})$  para  $1,4 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1} (\pm 0,7 \times 10^{-3})$  no Pisoteio. Essa diminuição durante os períodos mostrou-se significativa para ambas as áreas conforme a tabela 2.

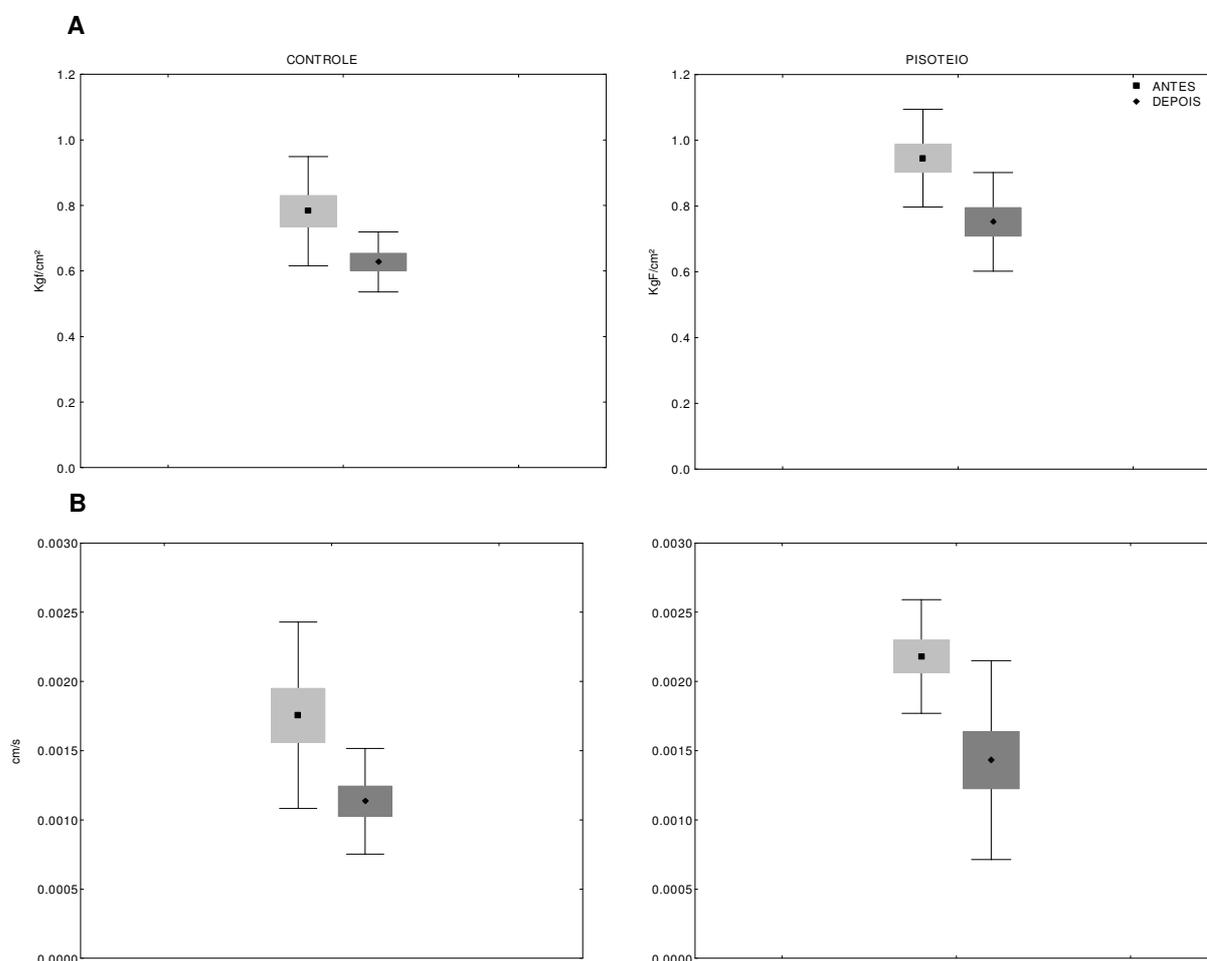


Figura 3: Grau de Compactação (A) e Permeabilidade do sedimento (B) nas áreas Controle e Pisoteio durante os dois períodos experimentais. (·) média, (□) erro padrão, (I) desvio padrão.

Tabela 2: Teste t comparando o Grau de Compactação do sedimento ( $\text{KgF.cm}^{-2}$ ) e a Permeabilidade  $K$  ( $\text{cm.s}^{-1}$ ) do sedimento antes e depois dos tratamentos, nas áreas Controle e Pisoteio. Os asteriscos mostram os testes significativos.

	CONTROLE				PISOTEIO			
	Antes	Depois	t	p	Antes	Depois	t	p
$\text{KgF.cm}^{-2}$	0.78	0.63	2.83	0.010*	0.95	0.75	3.17	0.004*
$K$ ( $\text{cm.s}^{-1}$ )	$1.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	3.04	0.006*	$2.1 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-3}$	3.35	0.003*

Não houve diferença nos teores de matéria orgânica e composição dos grãos do sedimento ao longo das profundidades ( $p > 0,05$ ). Os valores máximos de matéria orgânica variaram de 0,9% ( $\pm 0,4$ ) no Controle e 0,83% ( $\pm 0,2$ ) no Pisoteio e foi observado o predomínio de areia fina, bem selecionada em todas as profundidades dos dois tratamentos, com diâmetro médio do grão menor na superfície do substrato (149  $\mu\text{m}$ ) e maior diâmetro à 20 cm (182  $\mu\text{m}$ ).

Tabela 3: Caracterização granulométrica e porcentagem de Matéria orgânica (MO) ao longo das profundidades do sedimento nas áreas Controle e Pisoteio.

Locais	Profundidade (cm)	$\varnothing$ Grão ( $\mu\text{m}$ )	Classificação	Classificação	% Areia	% MO
CONTROLE	0-5	149	Areia fina	Bem selecionado	100	0.58
	5-10	176	Areia fina	Bem selecionado	100	0.90
	10-15	176	Areia fina	Bem selecionado	100	0.75
	15-20	178	Areia fina	Bem selecionado	100	0.83
PISOTEIO	0-5	149	Areia fina	Bem selecionado	100	0.53
	5-10	153	Areia fina	Muito bem selecionado	100	0.83
	10-15	176	Areia fina	Bem selecionado	100	0.63
	15-20	182	Areia fina	Bem selecionado	100	0.83

### EFEITO DO PISOTEIO SOBRE *Euzonus furciferus*

Durante a realização do experimento, a densidade média de *E. furciferus* coletada por tratamento foi de 1.146 ind. $\text{m}^{-2}$  no Controle e 764 ind.  $\text{m}^{-2}$  no Pisoteio, sendo a média de organismos consideradas significativamente semelhantes entre os tratamentos ( $t = 0,47$  e  $p > 0,05$ ).

Nas áreas Controle, o mesmo padrão de distribuição de densidade ao longo das profundidades foi observado antes e após os distúrbios, com maiores

densidades de organismo entre 5 e 10 cm de profundidade (máximas de 250 ind. m<sup>-2</sup> em comparação as demais camadas (Fig.4).

Diferentemente, nas áreas Pisoteio, evidenciou-se uma diferença na ocupação de *E. furciferus* ao longo das profundidades, durante os dois períodos de realização do experimento, especialmente devido as menores densidades dos organismos entre 5 e 10 cm de profundidade depois do distúrbios (Tab.4, Fig.4).

Assim, foi possível perceber um deslocamento dos organismos ao longo da profundidade analisada. Os indivíduos saíram das camadas superficiais de 0-5 e de 5-10 cm (com 102 ind.m<sup>-2</sup> e 331 ind.m<sup>-2</sup>, respectivamente) migrando para o estrato de profundidade de 10-15 cm, com aumento de 120 ind. m<sup>-2</sup> para 242 ind.m<sup>-2</sup> após a realização das partidas (Fig. 4).

Tabela 4: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para densidade de *Euzonus furciferus*, por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio; e teste *a posteriori* de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio.

	CONTROLE		PISOTEIO	
	F	p	F	p
<b>Período</b>	1.504	0.232	2.681	0.115
<b>Profundidade</b>	11.138	<b>0.000*</b>	5.104	<b>0.007*</b>
<b>Período X Profundidade</b>	1.193	0.333	12.075	<b>0.000*</b>
<b>Fisher LSD</b>				B>b*; c>C*

B: 5-10 cm de profundidade; e C: 10-15 cm de profundidade

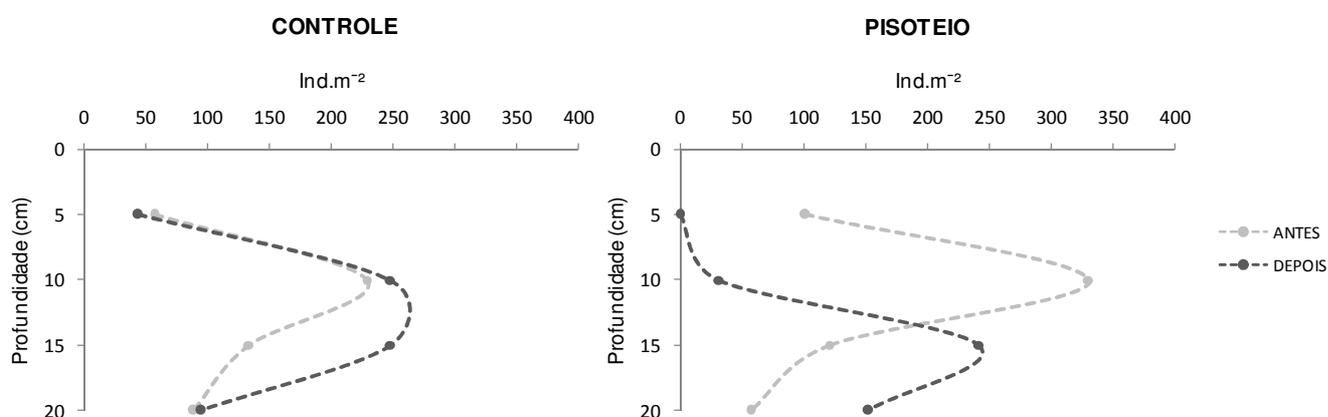


Figura 4: Densidade média de *E. furciferus* ao longo da profundidade do sedimento, nas áreas Controle e Pisoteio antes e após as simulações de atividades recreativas.

A ANOVA-Bifatorial também foi realizada para as densidades de Vivos e Mortos de *E. furciferus* de ambas as áreas. Foi notado que, nas áreas Controle, não houve diferença significativa para as densidades de *E. furciferus* Vivos e Mortos ao longo das profundidades e durante o período do experimento (Tab. 5 e 6).

Nas áreas Pisoteio, após a partida de futebol, observaram-se diferenças significativas nas densidades de organismos Vivos devido às baixas densidades de *E. furciferus* nas profundidades superiores 0-5 e 5-10 cm (Tab. 5, Fig. 5). Na camada de 0-5 cm de profundidade, densidades de 89 ind.m<sup>-2</sup> (15%) declinaram para 0,0 ind/m<sup>2</sup> depois dos jogos; e no estrato de 5-10 cm, a densidade caiu de 287 ind.m<sup>-2</sup> (47%) para 0 ind.m<sup>-2</sup> após as partidas (Tab. 6, Fig. 5).

Em relação aos organismos Mortos, foi evidente a diferença entre as densidades encontrada na profundidade de 10-15 cm. Densidades de 32 ind.m<sup>-2</sup> mortos (5%) aumentaram para 115 ind.m<sup>-2</sup> (27%) depois dos jogos, valor considerado significativo (Fig. 5, Tab.5).

Tabela 5: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Vivos e Mortos, por período e profundidade de coleta nas áreas Controle e Pisoteio; e teste *a posteriori* de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio.

	CONTROLE				PISOTEIO			
	Vivo		Morto		Vivo		Morto	
	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Período</b>	6.982	<b>0.014*</b>	2.416	0.133	6.997	0.014	1.145	0.295
<b>Profundidade</b>	12.691	<b>0.000*</b>	2.416	0.133	2.950	0.053	5.121	<b>0.007*</b>
<b>Período X Profundidade</b>	1.818	0.171	0.570	0.640	11.813	<b>0.000*</b>	2.700	0.068
<b>Fisher LSD</b>						A>a B>b*		c>C*

**A:** 0-5 cm de profundidade; **B:** 5-10 cm de profundidade; e **C:** 10-15 cm de profundidade

Tabela 6: Porcentagem de ocorrência de *E. furciferus* nas áreas Controle e Pisoteio nas diferentes profundidades amostradas em ambos períodos estudados.

	Prof (cm)	% VIVOS		% MORTOS	
		ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
<b>CONTROLE</b>	<b>0-5</b>	4	7	8	0
	<b>5-10</b>	33	31	13	8
	<b>10-15</b>	16	35	10	4
	<b>15-20</b>	11	11	6	4
<b>PISOTEIO</b>	<b>0-5</b>	15	0	2	0
	<b>5-10</b>	47	0	7	7
	<b>10-15</b>	15	30	5	27
	<b>15-20</b>	7	30	2	6

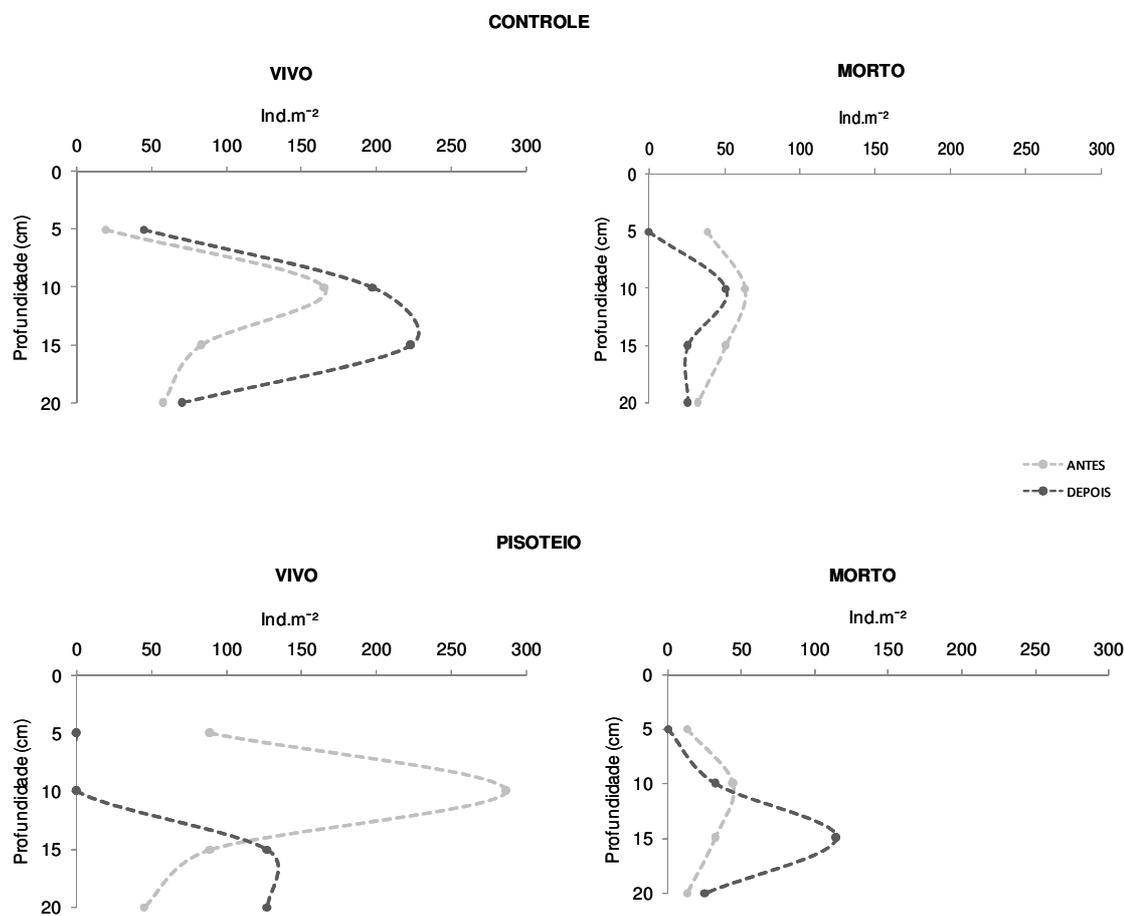


Figura 5: Densidade de *E. furciferus* Vivos e Mortos nas áreas Controle e Pisoteio dentro das diferentes profundidades amostradas, antes e após os jogos.

## DISCUSSÃO

No primeiro período do experimento, antes da perturbação do substrato pelo pisoteio, quase 50% da população de *Euzonus furciferus* dominava o estrato 5-10 cm de profundidade nas áreas tratamento e controle. Com o distúrbio mecânico causado pelas partidas de futebol, nas áreas tratamento percebeu-se um deslocamento acentuado – próximo à 57% – dos organismos para a camada imediatamente adjacente do sedimento (10-15cm) ficando as camadas superficiais (0-5 e 5-10 cm) desocupadas ao término das partidas. Nas áreas Controle, no entanto, foi observado o mesmo padrão de dominância no estrato 5-10 cm durante todo o período.

O julgamento do estado dos organismos ao longo de todo o experimento foi necessário para a percepção do comportamento de fuga apresentado pela espécie. Ficou evidente a migração dos organismos vivos, que antes ocupavam a profundidade entre 5-10 cm (47% dos indivíduos), para os estratos inferiores entre 10-15 (30%) e 15-20 cm de profundidade (30%), após o término das atividades de pisoteio nas áreas experimentais. Além disso, a mortalidade de *E. furciferus* aumentou quase na mesma proporção no estrato de 10-15 cm de profundidade (27%) evidenciando que a espécie acabou morrendo após ter sido submetida à pressão pelo pisoteio provocado pelas partidas.

Adicionalmente, as variáveis ambientais medidas não apresentaram mudanças significativa nas áreas selecionadas para o experimento. O mesmo padrão ambiental foi encontrado no Controle e Pisoteio, antes e depois das

partidas, ao longo de toda a profundidade de sedimento analisada. Isso indica que os resultados significativos relacionados com a migração e a mortalidade de *E. furciferus* identificados neste trabalho se devem aos distúrbios causados pelo pisoteio humano.

Após as partidas, a nítida migração vertical observada nas áreas submetidas ao pisoteio sugere que *E. furciferus* percebe qualquer distúrbio que ocorre na superfície e que sua resposta para escapar da perturbação é o deslocamento para o interior do substrato. Nessa ocasião, o comportamento de migrar para o interior do sedimento pode ter levando à um aumento do estresse dos indivíduos, concordando com o alto percentual de mortalidade nos estratos inferiores após o pisoteio.

O comportamento de migração vertical como fuga de perturbações antrópicas já foi evidenciado para outros organismos infaunais. Moellmann & Corbisier (2003) encontraram um processo semelhante para poliquetas meiofaunais, ao comparar duas praias submetidas a diferentes graus de distúrbios antrópicos. Segundo estes autores, em praias mais frequentadas e urbanizadas houve um aumento significativo na densidade dos animais para as camadas mais profundas do sedimento (à 15cm). Esse fato não aconteceu nas praias preservadas do estudo, em que as maiores densidades se concentraram à cinco centímetros de profundidade. Assim, os autores atribuíram o deslocamento para camadas mais profundas à um escape dos organismos para evitar o distúrbio do pisoteio humano nas faixas mais frequentadas por turistas.

A relação negativa entre atividades recreacionais humanas (como pisoteio) e a densidade das espécies da macrofauna foi destaque em trabalhos como o de Veloso *et al* (2006). Esses autores relatam que o anfípoda *Pseudorchestoidea brasiliensis* esteve ausente em praias urbanizadas do Rio de Janeiro, tanto no inverno como no verão, apontando essa espécie como vulnerável ao pisoteio humano ao longo das praias do Rio de Janeiro. No Rio Grande do Sul, a espécie *Euzonus furciferus* também pode ser apontada como vulnerável ao pisoteio diante de todas as evidências mostradas até aqui.

Em oposição a esses resultados, Jaramilo *et al.* (1996), comparando o efeito do pisoteio sobre a densidade macrofaunal de uma praia com áreas de livre acesso para banhista com outra área de acesso restrito à banhistas, não encontraram diferenças nas densidades da macrofauna entre as áreas. Os resultados deste estudo podem ter sido influenciados pelo fato de que os autores avaliaram o efeito dos banhistas somente sobre as abundâncias dos crustáceos Hippidae *Emerita analoga*, isópoda *Excirolana brasiliensis* e o anfípoda *Orchestoidea tuberculata*.

Os filtradores da zona de varrido, como *Emerita analoga*, são capazes de mover-se para o infralitoral através de um deslocamento ágil por meio da migração mareal. Por esta razão, esta espécie pode ser menos vulnerável ao pisoteio. Para o anfípoda *Orchestoidea tuberculata*, organismo típico de supralitoral, a capacidade de enterramento maior que 30 cm foi considerada suficiente para não implicar em lesão alguma sobre a espécie (Jaramillo *et al*, 1996). Para *Excirolana*

*brasiliensis* deve ser considerado o seu eficiente poder de locomoção superficial que facilita sua sobrevivência diante do pisoteio.

Moffett *et al.* (1998) realizaram um experimento de impacto de pisoteio semelhante ao presente estudo os quais observaram alterações na razão de sobrevivência de espécies da macrofauna. Adicionalmente, esses autores propõem que o pisoteio só tem real efeito em três situações: 1) sobre animais com hábito superficial, 2) sobre animais que possuem estrutura corpórea delicada e 3) em áreas onde há uma intensa frequência de banhistas. É evidente que para os resultados observados no presente experimento essas três situações foram plenamente atendidas. Adicionalmente, a camada subsuperficial das áreas experimentais (5-10 cm) foi a profundidade que melhor se observou o efeito das atividades antrópicas sobre o poliqueta.

Assim, o pisoteio humano mostra uma relação causa-efeito clara para a população de *E. furciferus* na Praia do Cassino. A migração dos organismos para camadas inferiores e a ausência do poliqueta nas camadas superficiais revelam a relação entre o efeito do pisoteio e o comportamento de sobrevivência dessa espécie no entremareal.

Aliado a isso, o fato de *E. furciferus* possuir um comportamento bastante sedentário no mesolitoral médio e superior, com deslocamentos quase que restritos a escavação no interior do sedimento, potencializa ainda mais o dano causado pelo pisoteio humano, destacando essa espécie como possível indicadora desse tipo de impacto dentre as demais espécies entremareais da Praia do Cassino.

Finalmente, a dinâmica populacional de *E. furciferus* na Praia do Cassino pode ser efetivamente alterada à longo prazo, podendo ocorrer a ausência permanente desses organismos nas áreas mais afetadas por perturbações superficiais no sedimento do Balneario.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, PC. 2005. Capacidade suporte, macroinfauna e percepção ambiental: áreas preservadas e urbanizadas da Praia da Barra da Tijuca, Rio de Janeiro. 2005. 53f. Monografia (Graduação em Biologia Marinha) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ALVES, ES. 2004. Efeito da morfodinâmica praial e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 260 p.
- BARROS, F 2001. Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. *Biological Conservation*, 97: 399-404.
- BROWN, AC & A MCLACHLAN. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam, Elsevier. 328 pp.
- CAPUTO, HP. 1980. *Mecânica de solos e suas aplicações*. Rio de Janeiro, Editora Livro Técnicos e Científicos.
- CUBIT J. 1969. The behavior and physical factors causing migration and aggregation in sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson). *Ecology* 50: 118-123.
- DONN, TE, DJ CLARK, A McLACHLAN & P DU TOIT. 1986. Distribution and abundance of *Donax serra* Roding (Bivalvia: Donacidae) as a related to beach morphology. I. Semilunar migrations. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 102:121-131.
- FOLK RL, WARD WC. 1957. Brazos river bar: a study of significant of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27: 3-26.

- HAY, JD, LD LACERDA & AL TAN. 1981. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromelion increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. *Ecology*, 62(5): 1392-1395.
- JARAMILLO, E, H CONTRERAS & P QUIJON. 1996. Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 655-663.
- MOELMANN, AM & TN CORBISIER. 2003. Does tourist flow affect the meiofauna of sandy beaches? Preliminary results. *J. Coastal Research* 35: 590-598.
- MOFFETT, MD, A McLACHLAN, PED WINTER & AMC DE RUYCK. 1998. Impact of trampling on sandy beach macrofauna. *Journal of Coastal Conservation*, 4: 87-90.
- NEVES, F.M & CE BEMVENUTI. 2006. Spatial distribution of macrobenthic fauna on three sandy beaches from northern Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, 54(2): 135-145
- NEVES, LP; PSR SILVA & CE BEMVENUTI. 2007. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, Southernmost Brazil. Brazil. *Braz. J. Oceanogr* 55(4): 293-307.
- PEREIRA da Silva, R 1998. Ocorrência, distribuição e caracterização dos sangradouros na zona costeira do Rio Grande do Sul: trecho Rio Grande-Chuí, RS. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 146p.

- RICKARD CA, A MCLACHLAN & G KERLEY 1994. The effects of vehicular and pedestrian traffic on dune vegetation in South Africa. *Ocean & Coastal Management* 23: 225-247.
- RUBY EG & DL FOX. 1976. Anaerobic espiration in polychaete *Euzonus* (Thoracophelia) *mucronata*. *Marine Biology* 35: 149-153.
- SCAPINI, F, M FALLACI & MC MEZZETTI .1996. Orientation and migration in sandhoppers. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 69: 553-563
- SCHOEMAN, DS; M WHEELER & M WAIT. 2003. 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*, 58: 5-16.
- SOUSA, WP. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 353-391.
- VELOSO, VG, ES SILVA, CHS CAETANO, & RS CARDOSO. 2006. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio Janeiro State, Brazil. *Biological Conservation*, 27: 510-515.
- VIANA, M.G. 2006. Efeito de Atividades Antrópicas sobre a Distribuição Espacial da Macrofauna Bentônica das Praias Arenosas do Icaraí e Cumbuco no Litoral Oeste do Ceará. 66f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- WATSON, JJ, GIH KERLEY, A McLACHLAN. 1996. Human activity and potential impacts on dune base breeding birds in the Alexandria Coastal. *Dunefield, Landscape Urban Plan.* 34: 315-322.

WESLAWSKI, JA, B URBAN-MALINGA, L KOTWICKI, K OPALINSKI, M  
SZYMELFENIG & M DUTKOWSKI 2000. Sandy coastlines – Are there  
conflicts between recreation and natural values? *Oceanological Studies*. 23  
(2): 5-18.

ZAR, J. 1999. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 662p.

## **CAPÍTULO 2**

**INFLUÊNCIA DO TRÂNSITO DE VEÍCULOS SOBRE A ESTRATIFICAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DO POLIQUETA *EUZONUS FURCIFERUS* NA PRAIA DO CASSINO, EXTREMO SUL DO BRASIL.**

## INTRODUÇÃO

A intensa pressão antrópica na zona costeira tem, freqüentemente, conseqüências ambientais negativas para a maioria das praias arenosas (Flinkl & Krupa, 2003). Impactos ecológicos causados por atividades antrópicas estão continuamente surgindo e, dentro dessas inúmeras atividades, aquela que causa considerável prejuízo ao ecossistema praias é o tráfego de veículos (Godfrey & Godfrey, 1980).

Uma variedade de veículos automotores, como carros de passeio, motos, veículos *off road* e até caminhões, trafegam pelas praias do mundo inteiro – Austrália, Nova Zelândia, África do Sul, EUA e Brasil. A Praia do Cassino destaca-se como a praia mais sujeita a esse tipo de atividade no Estado do Rio Grande do Sul e, talvez, uma das mais sujeitas do país.

Segundo Priskin (2003), as pessoas dirigem na praia especialmente para alcançar bons locais de pesca, para acessar áreas mais remotas ou para simplesmente mudar de cenário. O tráfego se dá em velocidade constante e, por isso, os estragos são numerosos. Os veículos mudam as propriedades físicas dos sedimentos praias (Anders & Leatherman, 1987; Kutiel *et al.* 1999; Priskin, 2003) causando distúrbios, danos ou morte da vegetação de duna e da fauna (Godfrey & Godfrey, 1980; Van der Merwe, 1991; Watson *et al.* 1996).

Para Schlacher *et al.* (2007), uma das principais conseqüências da circulação de carros no ambiente praias é que estes colapsam completamente o

topo do sedimento desprendendo sua matriz e, conseqüentemente, acabam prejudicando aos organismos infaunais.

A circulação de veículos tende a ocorrer especialmente na região entremarés onde o mesolitoral é a zona praias mais transitada. Nesta zona, os carros podem andar tanto acima da linha da maré como logo abaixo do cordão de dunas, o que torna atividade extremamente impactante para o sistema (Van der Merwe, 1991).

Os poliquetas do gênero *Euzonus* são os organismos mais representativos dos níveis superior e médio do mesolitoral do Sul do Brasil (Neves *et al.*, 2007), sendo um dos principais organismos responsáveis pela ciclagem de nutrientes do sistema (Gordon, 1969).

Neves *et al.* (2007), acompanharam a distribuição da macrofauna bentônica ao longo de um ano na Praia do Cassino e constataram que houve uma ausência do poliqueta *Euzonus furciferus* ao longo de sua zona de ocorrência durante os meses de verão na Praia do Cassino. Os autores atribuíram esta falta dos organismos supostamente por causa do intenso tráfego de veículos nessa faixa durante o verão.

Diante do impacto causado pelo tráfego de automóveis no ecossistema de praias arenosas, objetiva-se nesse trabalho verificar, de maneira experimental, o efeito de sucessivas passagens de veículos sobre áreas que contenham o poliqueta *Euzonus furciferus*, a fim de observar a sobrevivência da espécie bem como verificar que tipo de comportamento o poliqueta apresenta sob o distúrbio causado pelo trânsito de veículos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido ao sul do navio encalhado ( $32^{\circ}17'46,7''S$ ;  $052^{\circ}15'52''W$ ), aproximadamente a 30 km do Balneário Cassino durante um dia na primavera de 2007. De acordo com Pereira da Silva (1998), a praia nessa região pode ser classificada morfodinamicamente como intermediária. A presença de um sangradouro permanente nas proximidades do Navio Altair dificulta a passagem de veículos limitando o acesso humano para a área em estudo (Fig.6).

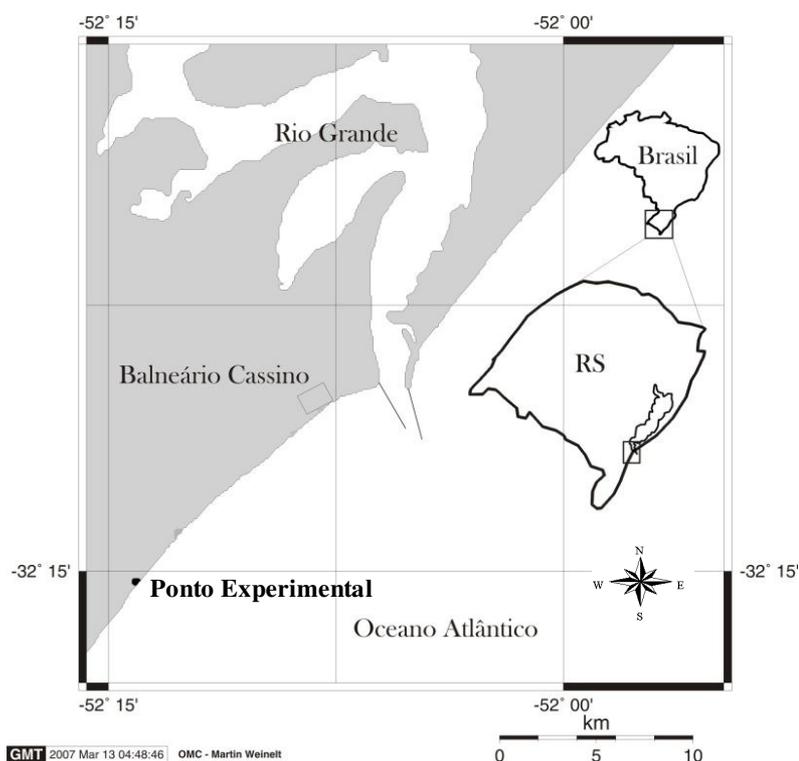


Figura 6: Mapa da área de estudo com detalhe do Balneário Cassino e do local onde foi realizado o experimento (modificado a partir do site <http://www.aquarius.geomar.de>).

## DESENHO AMOSTRAL

Oito áreas foram selecionadas para a realização do experimento, cada uma com 300 m<sup>2</sup> (15m x 20m). Ao acaso, quatro áreas foram separadas para o “Tratamento-Control” e quatro para o “Tratamento-Veículos”. Nas áreas do “Tratamento- Veículos”, o impacto do trânsito de carros foi avaliado com a utilização de um automóvel com 880 kg, que transitou sobre as áreas durante 1 hora.

Antes e após as passagens, foram retiradas, aleatoriamente, cinco amostras biológicas em cada uma das oito áreas. Para tanto, foi utilizado um tubo cilíndrico de PVC com 0,0078m<sup>2</sup> de área de base, enterrado a 20cm de profundidade no sedimento e malha de 0,5mm para separação e contagem dos organismos, seguindo os padrões comumente utilizados para amostragem em praias arenosas (Schoeman *et al.* 2003).

Para verificar a distribuição vertical de *Euzonus furciferus* no interior do sedimento, as amostras foram divididas em quatro estratos de acordo com a profundidade do sedimento (0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm e 15-20 cm) com auxílio de um estratificador cilíndrico de PVC devidamente marcado com as quatro profundidades além de uma espátula de metal para fatiar o sedimento nos estratos.

Após a coleta, os exemplares de *E. furciferus* foram levados para o laboratório acondicionados em sacos plásticos e mantidos em isopor por até 24 horas. Cabe observar que a partir de um teste prévio verificou-se que exemplares

de *Euzonus furciferus*, coletados e mantidos por 48 horas em sacos plásticos com a areia do local de coleta, mostraram-se ativos e com 100% de sobrevivência.

A contagem dos organismos foi efetuada por profundidade, sob microscópio estereoscópio, para cada uma das réplicas dos tratamentos (Controle e Veículos), em ambos os períodos amostrais. Além disso, foi verificado também o estado dos organismos, sendo classificados em organismos Vivos ou Mortos. O critério de classificação de organismos Vivos se deu pela atividade corporal evidente dos poliquetas após estímulos, enquanto que para os organismos Mortos observou-se a ausência de atividade corporal após sucessivos estímulos.

Além da coleta do material biológico, os seguintes dados foram obtidos em triplicata para cada profundidade das áreas experimentais, antes e após as passagens de veículos:

- *Temperatura do sedimento*: obtidas com o auxílio de termômetro de mercúrio com precisão de 1°C
- *Teor de umidade do sedimento*: foram retiradas porções de sedimento as quais foram acondicionadas em recipientes secos de acrílico, previamente etiquetados e, em seguida, armazenadas em caixa de isopor. No laboratório, os frascos de sedimento foram imediatamente pesados e depois submetidos à secagem em estufa a uma temperatura de 60°C. O teor de umidade (em %) foi estimado através da perda do peso do sedimento após a secagem até a estabilização do peso das amostras (Alves, 2004).

- *Salinidade do sedimento*: a leitura foi realizada segundo o método de Hay *et al.* (1981) modificado, onde a salinidade da areia do ambiente é medida através de uma solução 1:1 (massa:volume), usando 10 g de areia e 10 ml de água destilada. Depois de 20 minutos de agitação da solução, aguarda-se o equilíbrio da mesma sendo a leitura da salinidade realizada através da medição da alíquota da solução, utilizando um refratômetro com precisão de 1,0‰.

Para determinar a resistência do substrato à passagem do veículo, o grau de compactação do sedimento foi medido, em triplicata, para cada tratamento, antes e depois da passagem do veículo sob as áreas "Tratamento-Veículos". A intensidade de 20 KgF foi aplicada em todas as medições usando um penetrômetro manual com ponteira cônica de aço de cerca de 1 cm de diâmetro com leitura direta em  $\text{KgF.cm}^{-2}$ .

A permeabilidade do sedimento foi analisada através de ensaios geotécnicos com tubo aberto de PVC de 40 cm de comprimento e diâmetro de 7cm, segundo o método descrito por Caputo (1980), no qual o coeficiente de permeabilidade (K) é obtido diretamente em  $\text{cm.s}^{-1}$ . O tubo, devidamente metrado de 0 à 10 cm a partir do seu topo, foi enterrado até uma profundidade de cinco cm no solo e preenchido com água até o topo. Com o tubo cheio, cronometrava-se o tempo que a coluna de água levava para percorrer o intervalo de 0-10 cm. A partir dos valores obtidos em campo, era calculada a permeabilidade através da equação:

$$K = (r/4h_m)(d_h/d_t)$$

onde,

r = raio do tubo;

$h_m$  = altura da água à 10cm, em situações acima do nível do lençol freático;

$d_h$ , = distância do tubo percorrida pelo fluido; e

$d_t$  = intervalo de tempo.

Além disso, a granulometria e a matéria orgânica do sedimento foram avaliadas em cada uma das áreas, somente antes das passagens do veículo. Para tanto, foram retiradas três amostras de sedimento, em cada uma das profundidades, com auxílio de recipientes plásticos devidamente etiquetados e transportados ao laboratório. As amostras foram submetidas à lavagem, para a extração dos sais e secagem em estufa a uma temperatura de aproximadamente 60 °C durante 24 horas. A seguir, as amostras foram peneiradas em um jogo de peneiras de ¼ phi de diferença de abertura de malha. As frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão analítica (0,001g). A interpretação dos dados seguiu a metodologia descrita por Folk & Ward (1957), com o uso do programa SYSGRAN, versão 3.0.

Para análise do teor de matéria orgânica, cadinhos de porcelana com pequenas quantidades de sedimento amostrado foram submetidos à secagem em estufa à 60 °C por 24 horas, para determinar o peso seco. Após isso, os cadinhos foram levados imediatamente à mufla onde foram submetidos a uma temperatura

de 450°C durante duas horas, para determinar o peso seco livre de cinzas. Após esse procedimento, o material foi pesado novamente e o teor de matéria orgânica pôde ser estimado a partir da diferença entre os pesos.

## ANÁLISE DOS DADOS

Após a separação e contagem dos organismos, suas densidades foram extrapoladas para ind.m<sup>-2</sup> e os valores foram transformados, quando necessário, para  $\log_{10}(x+1)$ , para reduzir a diferença entre os valores extremos, evitar problemas com ocorrências nulas e atingir os pré-requisitos básicos de normalidade e homocedasticidade para análises paramétricas de variância (Zar, 1999).

Tanto os dados ambientais como os de densidade de *Euzonus furciferus* nas áreas Controle e Veículos foram comparados, independentemente, segundo ANOVA-Bifatorial (2x4) considerando-se Período (Antes e Depois) e Profundidades (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm) como fatores. Quando foram observadas diferenças significativas entre os fatores Período X Profundidade, foi aplicado o teste a *posteriori* de Fisher LSD.

O teste de médias de Student (Teste t) também foi usado para comparar as médias das variáveis grau de compactação e permeabilidade do sedimento, antes e depois das partidas. Todas as análises tiveram nível de 5% de significância.

## RESULTADOS

### VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As medições de salinidade, temperatura e teor de umidade do sedimento ao longo do experimento mostraram variação significativa somente para os fatores Período e Profundidade visto separadamente (Tab.7).

Tabela 7: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Salinidade, Temperatura e Umidade do sedimento por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Veículos. Os asteriscos mostram os testes significativos.

	CONTROLE						VEICULOS					
	Salinidade		°C		Umidade		Salinidade		°C		Umidade	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Período</b>	8.504	<b>0.007*</b>	91.974	<b>0.000*</b>	0.983	0.331	8.582	<b>0.007*</b>	280.489	<b>0.000*</b>	1.192	0.286
<b>Profundidade</b>	3.489	<b>0.031*</b>	34.247	<b>0.000*</b>	0.440	0.726	4.493	<b>0.012*</b>	124.698	<b>0.000*</b>	3.139	<b>0.044*</b>
<b>Período X Profundidade</b>	2.157	0.119	1.544	0.229	0.826	0.493	0.044	0.987	2.921	0.055	0.780	0.517

Tanto para salinidade quanto para a temperatura, o padrão observado foi de maiores valores nos estratos superficiais independentemente dos tratamentos (Fig.7). A salinidade teve média entre dois e quatro unidades, diminuindo cerca de duas unidades do estrato mais superficial (0-5 cm) até o mais profundo (15-20 cm). Já a temperatura teve médias 22°C a 25°C, com diminuição aproximadamente de 3°C do estrato mais superficial (0-5 cm) até o mais profundo (15-20 cm) com redução de cerca de 1,5°C a cada estrato. (Fig.7).

Apesar de haver uma maior variação nos valores de umidade do sedimento por estrato no Controle, estes se mantiveram com maiores teores na camada 0-5

cm independente do tratamento. No Controle, o teor de umidade média no estrato 0-5 cm foi de 17,4% ( $\pm 2,4$ ) enquanto que no Tratamento Veículos, esta variável teve média de 18,2% ( $\pm 2,5$ ) (Fig.7).

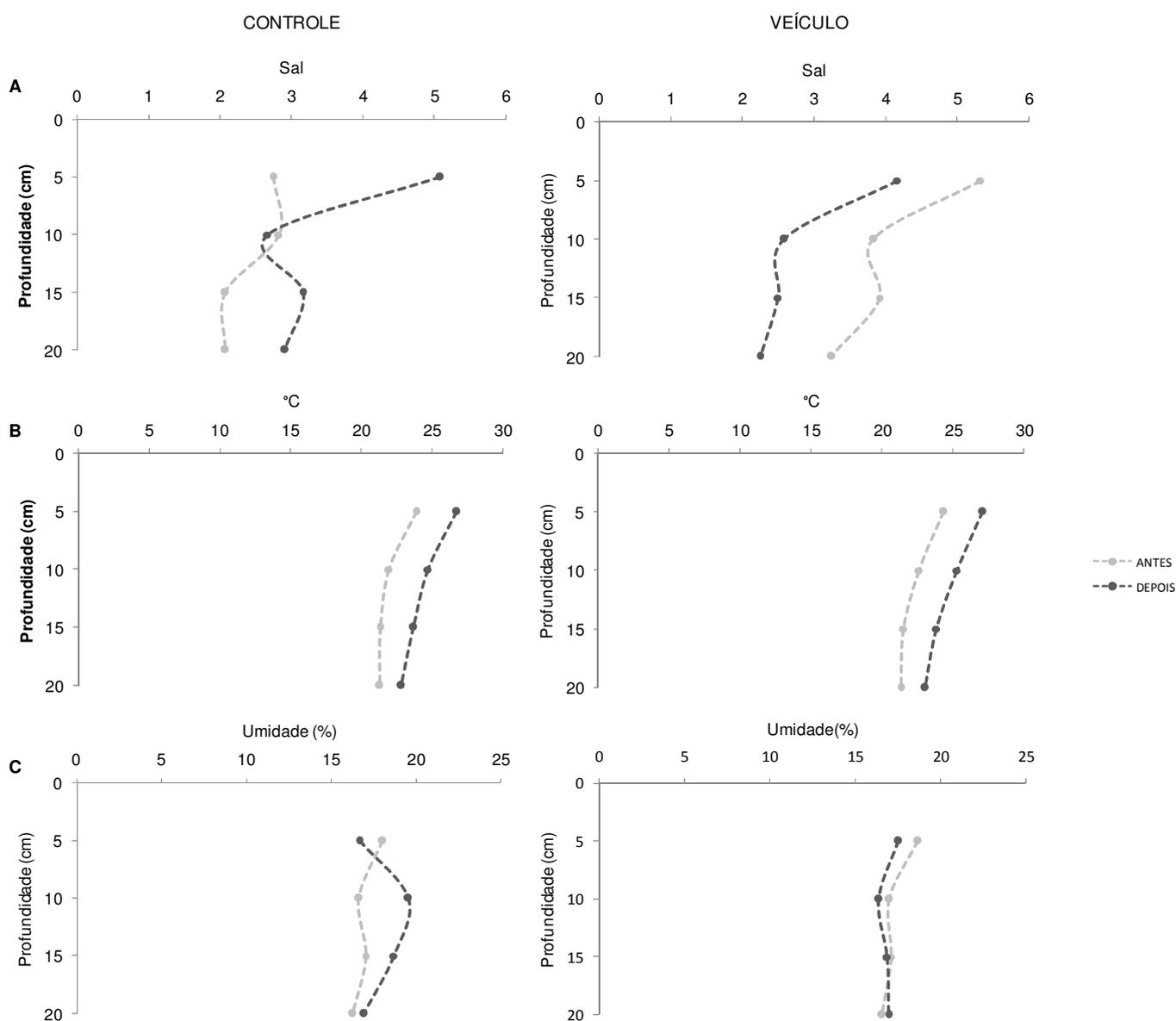


Figura 7: Salinidade (A), Temperatura (B) e Umidade (C) do sedimento em função da profundidade nas áreas Controle e Veículos durante os dois períodos experimentais.

Da mesma forma, não houve diferença significativa entre as médias referentes ao grau de compactação e permeabilidade do sedimento em ambos os tratamentos do experimento em que, para essas duas variáveis, os valores mais baixos ocorreram depois das passagens de carros (Tab. 8). De acordo com a figura 8, as medidas de compactação variaram de 1,6 KgF.cm<sup>-2</sup> ( $\pm 0,5$ ) para 1,46 KgF.cm<sup>-2</sup> ( $\pm 0,19$ ) no Controle enquanto que nas áreas Veículos variaram de 1,59 KgF.cm<sup>-2</sup> ( $\pm 0,18$ ) para 1,54 KgF.cm<sup>-2</sup> ( $\pm 0,18$ ). Adicionalmente, a permeabilidade do sedimento diminuiu de  $3,2 \times 10^{-3}$  cm.s<sup>-1</sup> ( $\pm 0,5 \times 10^{-3}$ ) para  $3,1 \times 10^{-3}$  cm.s<sup>-1</sup> ( $\pm 0,6 \times 10^{-3}$ ) no Controle, e passou de  $3,5 \times 10^{-3}$  cm.s<sup>-1</sup> ( $\pm 0,5 \times 10^{-3}$ ) para  $3,1 \times 10^{-3}$  cm.s<sup>-1</sup> ( $\pm 0,5 \times 10^{-3}$ ) no Tratamento-Veículos..

Tabela 8: Teste de médias (Teste t) comparando o Grau de Compactação do sedimento (KgF.cm<sup>-2</sup>) e a Permeabilidade (cm.s<sup>-1</sup>) do sedimento Antes e Depois dos tratamentos, nas áreas Controle e Veículos.

	CONTROLE				VEÍCULOS			
	Antes	Depois	t	p	Antes	Depois	t	p
<b>KgF.cm<sup>-2</sup></b>	1.605	1.461	2.061	0.051	1.588	1.543	0.610	0.548
<b>K (cm.s<sup>-1</sup>)</b>	$3.2 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	0.316	0.755	$3.5 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	1.594	0.125

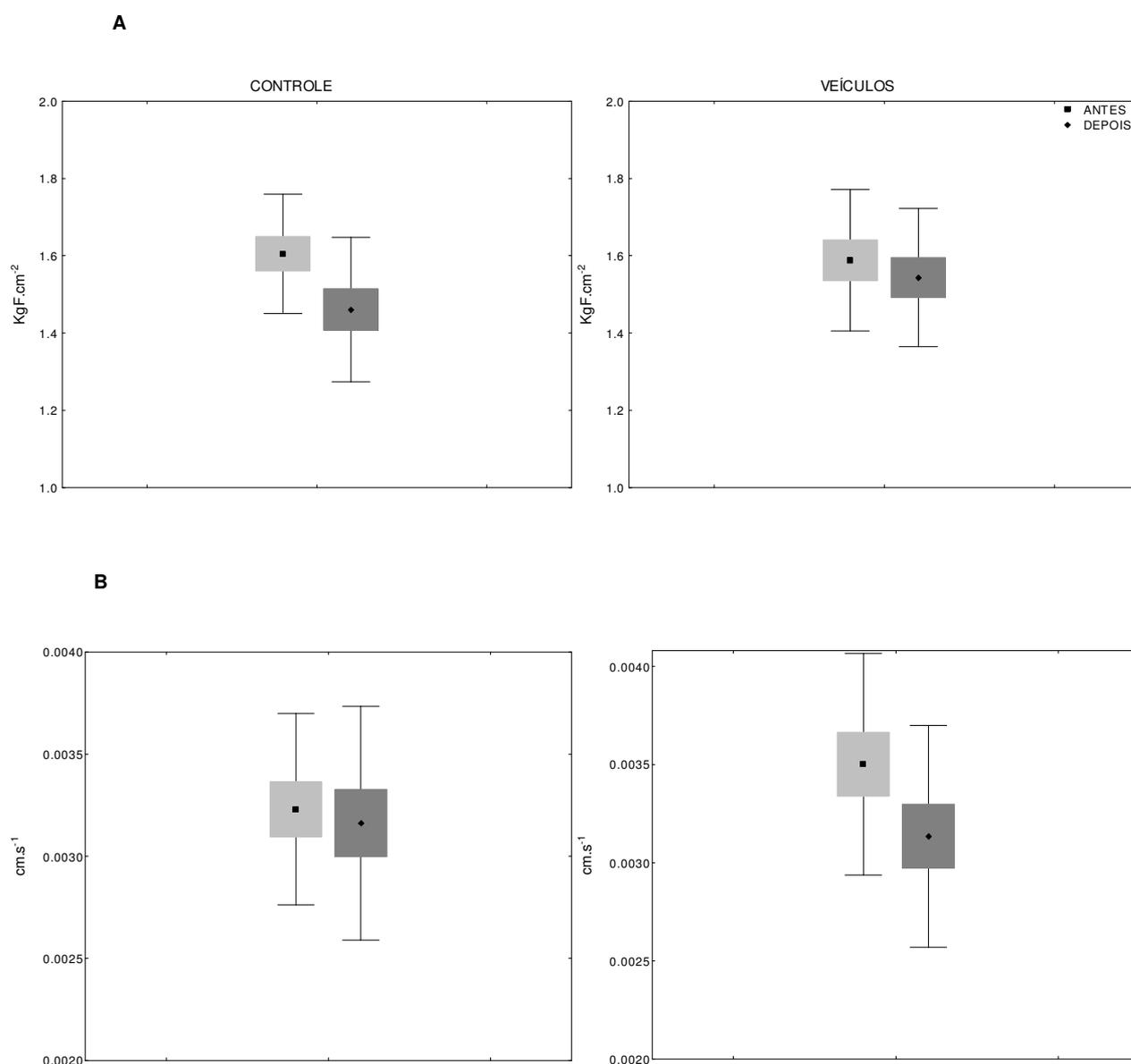


Figura 8: Grau de Compactação (A) e Permeabilidade do sedimento (B) nas áreas Controle e Veículos durante os dois períodos experimentais. (·) média, (I) erro padrão, (I) desvio padrão.

As propriedades do sedimento (teor de matéria orgânica e granulometria) não mostraram diferença entre os estratos, para ambas as áreas experimentais.

Os valores máximos de matéria orgânica variaram de 0,77% no Controle e 0,82% no “Tratamento Veículos”. Igualmente, não houve diferença na composição dos grãos do sedimento ao longo dos estratos, tanto nas áreas Controle como nas áreas Veículos. O predomínio de areia fina, de moderada à bem selecionada foi observado em todos os estratos dos dois tratamentos, com diâmetro médio do grão menor na superfície do substrato (177  $\mu\text{m}$ ) e maior diâmetro no estrato D (192  $\mu\text{m}$ ) (Tab.9). Isso mostra que as áreas escolhidas para o experimento foram semelhantes quanto à composição do sedimento.

Tabela 9: Caracterização granulométrica e porcentagem de Matéria orgânica (MO) ao longo das profundidades do sedimento nas áreas Controle e Veículos.

Locais	Profundidade (cm)	$\varnothing$ Grão ( $\mu\text{m}$ )	Classificação	Classificação	% Areia	% MO
CONTROLE	0-5	180	Areia fina	Bem selecionado	100	0.68
	5-10	190	Areia fina	Moderadamente selecionado	100	0.68
	10-15	192	Areia fina	Moderadamente selecionado	100	0.78
	15-20	191	Areia fina	Moderadamente selecionado	100	0.63
VEÍCULOS	0-5	174	Areia fina	Bem selecionado	100	0.81
	5-10	181	Areia fina	Bem selecionado	100	0.61
	10-15	184	Areia fina	Bem selecionado	100	0.66
	15-20	192	Areia fina	Moderadamente selecionado	100	0.82

### EFEITO DO TRÂNSITO DE VEÍCULOS SOBRE *Euzonus furciferus*

Durante a realização do experimento, a densidade média de *E. furciferus* coletada foi de 957 ind.m<sup>-2</sup> no Controle e 1295 ind.m<sup>-2</sup> no Tratamento Veículos, sendo consideradas estatisticamente semelhantes ( $t=1,17$  e  $p>0,05$ ).

Nas áreas Controle, o mesmo padrão de distribuição de densidade ao longo das profundidades foi observado antes e após os distúrbios, com maiores

densidades de organismo entre 0-5 cm de profundidade (máximas de 325 ind.m<sup>-2</sup>) em comparação as demais camadas (Tab.10, Fig.9). Esse mesmo padrão de dominância no estrato 0-5 cm foi percebido também no Tratamento Veículo antes da etapa em que ocorreu a perturbação pelo tráfego (Fig.9).

Tabela 10: Análise de Variância Bifatorial (2X4) para densidade de *Euzonus furciferus*, por Período e Profundidade de coleta nas áreas Controle e Veículos; e teste *a posteriori* de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para profundidades no Controle e letras minúsculas para profundidades no Pisoteio.

	CONTROLE		VEÍCULOS	
	F	p	F	p
<b>Período</b>	0.000	0.988	5.165	<b>0.032*</b>
<b>Profundidade</b>	4.472	<b>0.012*</b>	15.881	<b>0.000*</b>
<b>Período X Profundidade</b>	0.203	0.893	8.410	<b>0.001*</b>
<b>Fisher LSD</b>	A>a*; b>B*			

A: 0-5 cm de profundidade; e B: 5-10 cm de profundidade

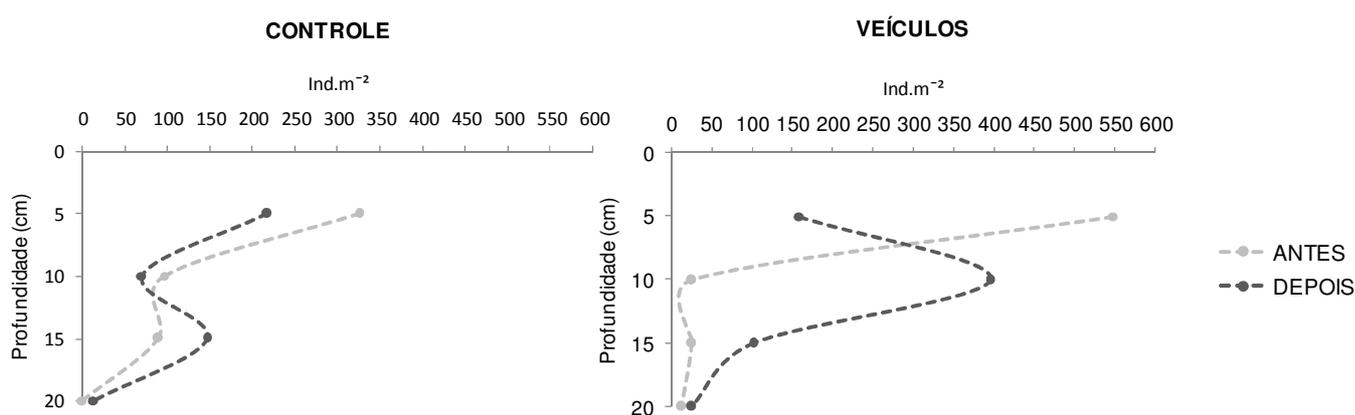


Figura 9: Densidade média de *E. furciferus* ao longo da profundidade do sedimento, nas áreas Controle e Veículos antes e após as passagens de tráfego de veículos.

Nas áreas Tratamento Veículos, ao se comparar as densidades antes e após as passagens de tráfego de carros, evidenciou-se uma diferença na ocupação de *E. furciferus* ao longo dos estratos (Tab.10). Com o distúrbio causado pela passagem do veículo, a camada compreendida entre 0-5 cm passou de densidades de 548,4 ind/m<sup>2</sup> para 159,4 ind/m<sup>2</sup> depois das passagens do veículo; enquanto que, a 5-10 cm de profundidade, a densidade subiu de 25,5 ind/m<sup>2</sup> para 395,4 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 9).

A ANOVA-Bifatorial realizada para os estados de *E. furciferus* (Vivos e Mortos) em ambos os tratamentos apontou diferenças significativas nas densidades de vivos e mortos somente para as áreas que sofreram as passagens de tráfego (Tab. 11 e 12).

Tabela 11: Análise de variância Bifatorial (2X4) para Vivos e Mortos por período e estrato de coleta nas áreas Controle e Veículos, e teste *a posteriori* de Fisher LSD para os dois fatores. Os asteriscos mostram os testes significativos e os contrastes estão representados por letras maiúsculas para estratos no Controle e letras minúsculas para estratos no Tratamento Veículos.

	CONTROLE				VEÍCULOS			
	Vivo		Morto		Vivo		Morto	
	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Período</b>	0.225	0.640	0.221	0.643	0.458	0.505	4.436	<b>0.046*</b>
<b>Profundidade</b>	5.950	<b>0.003*</b>	2.619	0.074	11.507	<b>0.000*</b>	4.890	<b>0.009*</b>
<b>Período X Profundidade</b>	0.192	0.901	0.089	0.966	8.512	<b>0.001*</b>	1.580	0.220
<b>Fisher LSD</b>							A>a*; b>B*	b>B*

A: 0-5 cm de profundidade; B: 5-10 cm de profundidade

Tabela 12: Porcentagem de ocorrência de *E. furciferus* nas áreas Controle e Veículos nas diferentes profundidades amostradas em ambos períodos estudados.

	Prof (cm)	% VIVOS		% MORTOS	
		ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
<b>CONTROLE</b>	<b>0-5</b>	51	34	13	14
	<b>5-10</b>	10	4	9	11
	<b>10-15</b>	9	17	9	16
	<b>15-20</b>	0	0	0	3
<b>VEÍCULOS</b>	<b>0-5</b>	70	6	20	18
	<b>5-10</b>	2	39	2	19
	<b>10-15</b>	2	7	2	8
	<b>15-20</b>	0	0	2	4

Assim, no Controle não houve diferenças nas densidades de organismos Vivos e Mortos ao longo dos estratos em ambos os períodos. Por outro lado, nas áreas do Tratamento-Veículos foram encontradas diferenças significativas nas densidades de organismos Vivos e Mortos, ao longo dos estratos ao final da passagem do veículo, principalmente, devido às baixas densidades de *E. furciferus* Vivos na camada de 0-5cm e a um aumento considerável de indivíduos Vivos no estrato de 5-10 cm de profundidade (Tab.11).

Entre 0-5 cm de profundidade, densidades de 427 ind/m<sup>2</sup> vivos (que correspondem à 70% do total de indivíduos) declinaram para 38 ind/m<sup>2</sup> (6% do total) depois das passagens do veículo; enquanto que, à 5-10 cm de profundidade, a densidade Vivos subiu de 13 ind/m<sup>2</sup> (2% do total) para 268 ind/m<sup>2</sup> (39% do total de indivíduos) após as passagens, sendo ambas as alterações consideradas significativas (Tab. 12, Fig. 10).

As quantidades de organismos Mortos presentes nos estratos 5-10 cm também variaram grandemente nas áreas transitadas (Tab. 11). Nesta camada, densidades de 13 ind/m<sup>2</sup> mortos (representando 2% do total) aumentaram para 128 ind/m<sup>2</sup> (19%) depois das passagens (Fig. 10).

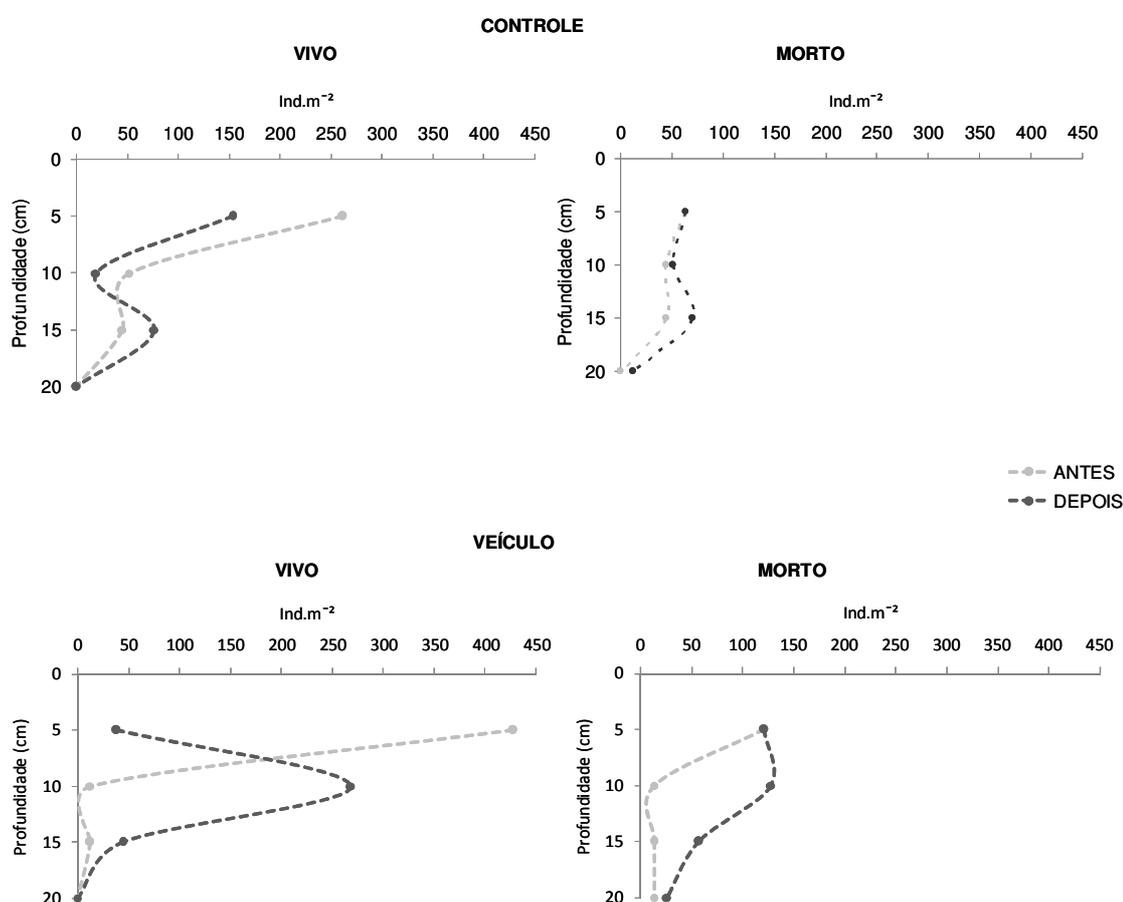


Figura 10: Densidade média de *E. furciferus* ao longo dos estratos de profundidade nas áreas Controle e Veículos antes e após as passagens de trânsito.

## DISCUSSÃO

Quase 90% da população de *Euzonus furciferus* dominavam o estrato superficial (0-5 cm) tanto nas áreas tratamento e controle, antes de qualquer perturbação no substrato. Com o distúrbio mecânico causado pelo trânsito nas áreas do tratamento veículo, percebeu-se um deslocamento próximo à 60% dos organismos para a camada imediatamente subjacente do sedimento (5-10 cm) ficando a camada superficial (0-5 cm) ainda ocupada, mas passando a ter apenas 24% dos organismos. Nas áreas Controle, no entanto, a dominância de organismos no estrato superficial (aproximadamente 50% do total de indivíduos) continuou acontecendo durante os dois períodos de realização do experimento.

Da mesma forma como no experimento Pisoteio (Cap. 1), a percepção dos estados dos organismos vivos e mortos no presente estudo, serviu para comprovar a tentativa de fuga ao distúrbio apresentado pela espécie. Antes da perturbação do automóvel, 70% dos poliquetas vivos ocupavam o estrato entre 0-5 cm; após o término das passagens dos carros, a ocupação desse estrato caiu para 6%; sendo o deslocamento vertical dos vivos constatado para o estrato entre 5-10 cm (de 2% para 39% dos indivíduos). Para a mortalidade, um alto percentual de *E. furciferus* mortos ocorreu na camada de 5-10cm de profundidade (de 2% antes das passagens para 19% depois do tráfego) evidenciando que a espécie migrou no sedimento, e uma grande parte acabou morrendo, provavelmente, devido ao estresse do deslocamento.

Igualmente como o registrado para o efeito do pisoteio humano no capítulo anterior, as variáveis ambientais medidas neste estudo não apresentaram mudanças significativa nos locais selecionados para o experimento. O mesmo padrão ambiental foi encontrado nas áreas Controle e Veículos, antes e depois das passagens dos carros, ao longo de toda a profundidade de sedimento analisada. Isso indica que os resultados significativos relacionados à migração vertical e a sobrevivência do organismo identificados neste trabalho se devem, novamente, aos distúrbios experimentalmente provocados (nessa ocasião, o tráfego de veículos).

Vários estudos relacionam a diminuição da população da macrofauna por consequência do tráfego veicular (Stepheson, 1999 e Schlacher *et al.*, 2007), embora alguns não encontrem relação alguma com efeito ao trânsito de veículos. É o caso de Wolcott & Wolcott (1984) que apontaram a infauna filtradora característica da zona de varrido, *Donax variabilis* e *Emerita talpoida*, como imunes ao trânsito de veículos. Isso se deve devido à estratégia de vida dessas espécies, já que o bivalve *Donax* e o crustáceo *Emerita* possuem uma eficiente capacidade de migração. A passagem de carros não acarretou efeito sobre suas sobrevivências justamente porque a hidrodinâmica do varrido é o fator que governa os deslocamentos dessas espécies.

O efeito do trânsito de carros pode ser então melhor avaliado para *E. furciferus* pois esse poliqueta marca uma zona bem definida na Praia do Cassino, que coincide com a zona de intenso uso veicular no Balneário, além de possuir uma baixa mobilidade ao longo do médiolitoral médio e superior.

O deslocamento de *E. furciferus* para ocupação da camada imediatamente subjacente do sedimento e sua posterior morte, também foram fatos observados no experimento de pisoteio (Cap. 1). A diferença encontrada foi que, para o presente experimento, os indivíduos ocupavam inicialmente camadas mais superficiais do sedimento (dominância entre 0-5 cm, em ambos os tratamentos), enquanto que no experimento Pisoteio houve a predominância de organismos na camada subsuperficial do sedimento (de 5-10 cm). Mesmo com ocupações em camadas distintas, o poliqueta *E. furciferus* reagiu migrando da mesma forma, não importando a natureza do distúrbio na superfície do substrato.

Um fato que não pode deixar de ser notado foi os maiores percentuais de indivíduos mortos no experimento Veículos (49% do total) quando comparados ao Pisoteio (40% do total). Isso sugere que, para o presente experimento, a presença de *E. furciferus* nas camadas superficiais somado com maior carga que a passagem de veículos proporciona sobre o substrato, inflou os percentuais de mortos decorrentes do trânsito de veículos.

Um agravante a essa situação é que *E. furciferus* é um poliqueta de vida livre que não forma tubos no sedimento, absorvendo toda a perturbação física do substrato superficial. Além disso, poliquetas podem se mostrar mais sensíveis a distúrbios no substrato por possuir um mecanismo hidrostático de enterramento. Nesse processo, a probóscide é a parte corporal responsável pela retirada do sedimento para o deslocamento, diferentemente do que ocorre com para os crustáceos em que a remoção da areia se dá através dos apêndices. Assim, para um favorável deslocamento através do sedimento, os poliquetas necessitam que a

areia esteja fluída e que contenha um teor de umidade favorável ao movimento, para não prejudicar sua estrutura corporal desprovida de carapaça. Somente sedimentos com teores de umidade acima de 25% passam a ter menor resistência à penetração (Knox, 2001). Este autor observa, por exemplo, que poliquetas do gênero *Arenicola*, mostram relação dependente entre a velocidade de enterramento e o conteúdo de água no sedimento.

Os teores de umidades encontrados nas áreas experimentais não ultrapassaram 18%, tornando o sedimento pouco fluído e mais difícil de deslocar. O fato de *E. furciferus* conseguir se deslocar, mesmo com teores de umidades tão desfavoráveis, sugere que o organismo fugiu da perturbação na superfície e pode ter se estressado durante esta migração vertical, devido ao atrito da areia sobre suas estruturas corporais pouco rígidas. A conseqüência mais clara dessa situação se reflete no elevado percentual de mortos (19%), registrado após o deslocamento, desde a superfície até a camada sub superficial do sedimento (5-10cm).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, ES. 2004. Efeito da morfodinâmica praial e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 260 p.
- ANDERS F.J., SP LEATHERMAN. 1987. Disturbance of beach sediment by off-road vehicles. *Environmental Geology and Water Science*, 9: 183-189.
- CAPUTO, HP. 1980. Mecânica de solos e suas aplicações. Rio de Janeiro, Editora Livro Técnicos e Científicos.
- FINKL CW, SL KRUPA. 2003. Environmental impacts of coastal-plain activities on sandy beach systems: hazards, perception and mitigation. *Journal of Coastal Research*, 35: 132-150.
- FOLK RL, WC WARD. 1957. Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol*, 27: 3-26.
- GODFREY PJ & M GODFREY. 1980 Ecological effects of off-road vehicles on Cape Cod. *Oceanus*, 23: 56-67.
- GORDON MS. 1960. Anaerobiosis in marine sandy beaches. *Science*, N.Y. 132: 616-617.
- HAY, JD, LD LACERDA & AL TAN. 1981. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromelion increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. *Ecology*, 62(5):

1392-1395.

KNOX, GA. 2001 The Ecology of seashores. CRC Press LLC USA 557 p.

KUTIEL P, H ZHEVELEV, R HARRISON. 1999. The effect of recreational impacts on soil and vegetation of stabilised Coastal Dunes in the Sharon Park, Israel. *Ocean & Coastal Management*, 42: 1041-1060.

NEVES, LP; PSR SILVA & CE BEMVENUTI. 2007. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, Southernmost Brazil. *Braz. J. Oceanogr* 55(4): 293-307.

PEREIRA DA SILVA, R 1998. Ocorrência, distribuição e caracterização dos sangradouros na zona costeira do Rio Grande do Sul: trecho Rio Grande-Chuí, RS. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 146p.

PRISKIN J. 2003. Physical impacts of four-wheel drive related tourism and recreation in a semi-arid, natural environment. *Ocean & Coastal Management*, 46: 127-155.

SCHLACHER TA, L THOMPSON & S PRICE. 2007. Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. *Marine Ecology*, 28: 354-367.

SCHOEMAN, DS; M WHEELER & M WAIT. 2003. 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*, 58: 5-16.

- STEPHESON, G 1999 Vehicle impacts on the biota of sandy beaches and coastal dunes: A review from a New Zealand perspective. *Science for conservation*, 121: 1-48.
- VAN DER MERWE D, D VAN DER MERWE. 1991. Effects of offroad vehicles on the macrofauna of a sandy beach. *South African Journal of Science*, 87: 210-213.
- WATSON, JJ.; GIH KERLEY, A McLACHLAN. 1996. Human activity and potential impacts on dune base breeding birds in the Alexandria Coastal. Dunefield, *Landscape Urban Plan*. 34. 315-322.
- WOLCOTT TG & DL WOLCOTT. 1984. Impact of Off-Road Vehicles on Macroinvertebrates of a Mid-Atlantic Beach *Biological Conservation*, 29: 217-240
- ZAR, J. 1999. Biostatistical analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 662p.

### **CAPÍTULO 3**

#### **DISTRIBUIÇÃO DO POLIQUETA *EUZONUS FURCIFERUS* SOB UM GRADIENTE ANTRÓPICO NA PRAIA DO CASSINO**

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas de praias arenosas apresentam, tanto no tempo como no espaço, características de extrema variabilidade físicas e biológicas que podem depender da periodicidade diária e sazonal do ambiente (Fanini *et al.*, 2005). O mesmo pode ser dito para distúrbios antrópicos, que com o desenvolvimento mundial e o passar dos anos, estão aumentando e alterando esses ambientes. A maioria das interferências humanas se apresenta como permanentes, como grandes construções à beira-mar, ou podem acontecer sazonalmente, como intenso fluxo de turistas nas cidades costeiras (Fanini *et al.*, 2005).

A praia do Cassino, localizada na costa sul rio-grandense, está sujeita a diversas atividades antrópicas. A presença dos Molhes da Barra de Rio Grande e o intenso uso da praia para o tráfego de veículos, principalmente nos meses de verão, são as mais evidentes.

Os Molhes da Barra de Rio Grande são formados por um par de estruturas de concreto no qual o Molhe Oeste tem comprimento de 3,2km estando nas adjacências da Praia do Cassino, e o Molhe Leste possui comprimento de 4,2km, situado na cidade de São José do Norte. Um dos principais efeitos dos Molhes da Barra de Rio Grande sobre a Praia do Cassino é a diferença na composição granulométrica ao longo desse ambiente. Essa estrutura confere à praia uma granulometria mais fina nas suas proximidades e, à medida que se afasta deste, ocorre um considerável aumento do diâmetro do grão na direção Sul (Figueiredo & Calliari, 2006).

O trânsito de veículos na zona do mesolitoral médio e superior se apresenta também como uma das interferências mais explícitas pertencentes ao Balneário. Segundo Vieira & Novaes (2004), o tráfego de carros na praia tende a se intensificar no veraneio e diminuir no inverno. Na alta temporada, o fluxo de passagem de veículos pode girar de 12.000 à 20.000 carros/dia.

Além disso, os primeiros seis km de praia, a partir dos molhes, são considerados como uma rota viária alternativa para acessar a cidade de Rio Grande, na qual possui um intenso tráfego de veículos durante todo o ano. Para o sentido Sul, o tráfego tende a diminuir gradativamente ao longo dos quilômetros até ser escasso ultrapassando o Km 21 da praia.

O poliqueta *Euzonus furciferus* é uma espécie abundante em praias arenosas refletivas e dissipativas, com granulometria fina e bem selecionada (Borzzone *et al.*, 1996). Segundo Neves *et al.* (2007), esse organismo é um dos principais representantes do mesolitoral da Praia do Cassino e, de acordo com os capítulos anteriores, a ocupação de *E. furciferus* no interior do sedimento ocorre preferencialmente nos primeiros centímetros de profundidade podendo chegar até 20 cm de profundidade.

Diante de todo esse cenário, pode-se supor que a abundância e distribuição de *Euzonus furciferus* podem estar relacionadas tanto com a circulação de veículos na praia como também com a presença do Molhe Oeste da Barra de Rio Grande. Assim, objetiva-se verificar a influência da temporada de verão sobre a abundância e distribuição de *Euzonus furciferus* ao longo da Praia do Cassino, bem como comparar a abundância e distribuição de *Euzonus furciferus* à

diferentes distâncias das fonte de distúrbios: Molhes e Trânsito de Veículos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A região delimitada para o estudo compreende um trecho de 27 km de extensão na Praia do Cassino, desde o Molhe Oeste da Barra, limite norte da praia ( $32^{\circ}09'39''$  S;  $052^{\circ}6'0,1''$ W), até 27 quilômetros ao sul deste ponto ( $32^{\circ}19'31,7''$  S;  $052^{\circ}17'16,2''$ W) (Fig.11).

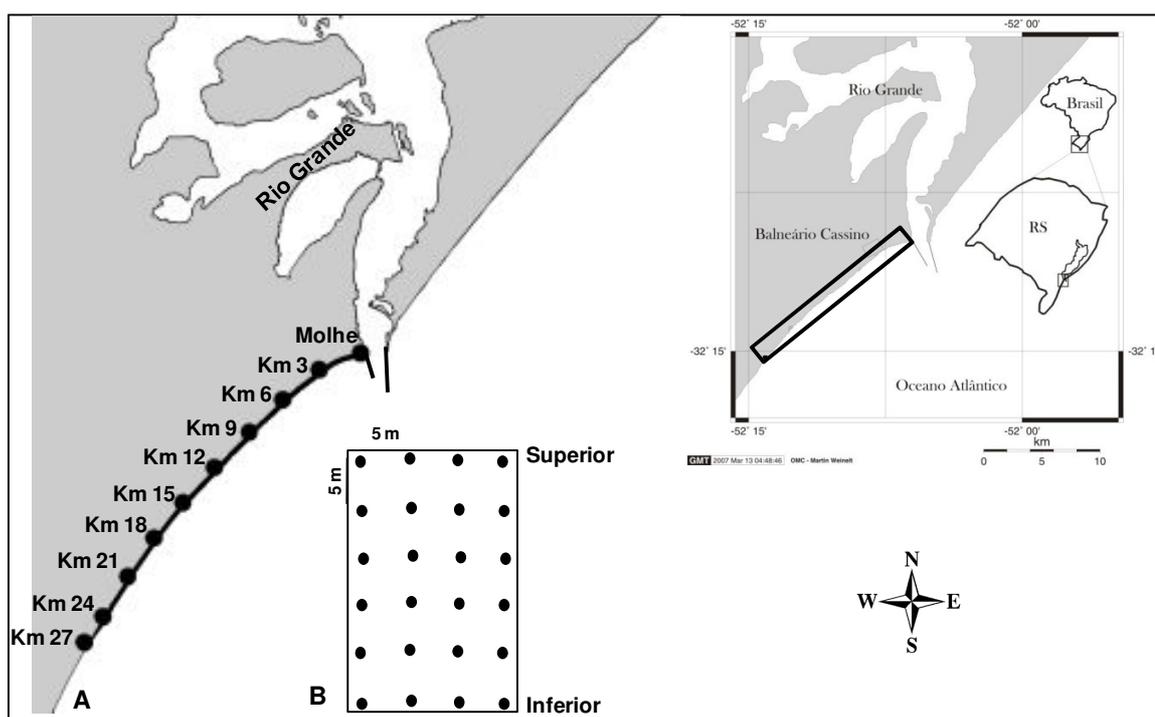


Figura 11: Área de estudo (modificado de <http://www.aquarius.geomar.de>) com os detalhes dos locais de coleta na Praia do Cassino (A) e da grade amostral utilizada nos locais de coleta (B).

Segundo Figueiredo & Calliari (2006), a área de praia próxima do Molhe Oeste possui areia fina e caráter dissipativo. Esse padrão tende a mudar a partir do km 17 em relação aos molhes resultando em praia com caráter intermediário e sedimentos mais grosseiros.

O uso da praia para o tráfego de veículos é um atributo típico da Praia do Cassino, tendo em vista as condições naturais do ambiente; a praia apresenta uma extensa zona de mesolitoral caracterizada por ser plana, larga e com poucas interrupções por desembocaduras de riachos e lagos, o que permite boas condições para o tráfego de veículos de todos os tipos.

Kalil (2000) acompanhou o efeito do trânsito de veículos sobre a presença de aves no Balneário Cassino durante um período de um ano e percebeu uma grande concentração de circulação de veículos, desde o Molhe Oeste até aproximadamente dez quilômetros ao Sul. De acordo com este trabalho, neste trecho estão situados as principais vias de acesso de veículos à praia especialmente na base dos Molhes até no Km 6. A partir daí, o número de veículos tende a diminuir.

Vale destacar que à 21 quilômetros a partir do Molhe Oeste encontra-se o Navio Altair. A embarcação encalhada desde 1977 é considerada um ponto turístico do Balneário Cassino onde, especialmente na temporada de verão, sua visita gera uma grande circulação de veículos até esse ponto da praia.

## DESENHO AMOSTRAL

No mesolitoral superior e médio da Praia do Cassino foram realizadas amostragens antes e após a temporada de veraneio – uma durante a Primavera (17/11/2006) e a segunda logo após o final da temporada de Verão (15/03/2007) – com a finalidade de avaliar o efeito dos Molhes Oeste da Barra e do aumento do tráfego de veículos sobre a distribuição e abundância do poliqueta *Euzonus furciferus*.

Para avaliação da distribuição de *E. furciferus* ao longo do gradiente de efeito antrópico, foram definidos dez locais de coleta, separados um do outro por três km nos quais, em cada um, foi demarcada uma área de 375m<sup>2</sup> (15x25m) (Fig.1). Em cada Local foram definidos quatro transectos com seis pontos cada um, dispostos à intervalos de 5 m totalizando 24 pontos. Uma amostra biológica foi retirada em cada um destes pontos com o uso de tubo cilíndrico de PVC com  $\varnothing=10$  cm (0,0078m<sup>2</sup> de área de base) enterrado até 20cm de profundidade no sedimento.

O padrão de zonação de *E. furciferus* foi avaliado por local de coleta onde a zona de mesolitoral médio e superior da Praia do Cassino foi dividida em seis níveis eqüidistantes em 5 m, paralelos a linha de costa. O nível I localizou-se próximo ao supralitoral, sendo o nível mais superior enquanto que o nível VI localizou-se na porção inferior, perto da zona de varrido. Essa divisão teve como a

finalidade observar uma possível preferência de *E. furciferus* dentro da região de mesolitoral do Balneário.

Além disso, com a finalidade de analisar a distribuição vertical de *Euzonus furciferus* no interior do substrato em função da distância dos Molhes, os locais Molhes, Km 3, Km 12, Km 15, Km 24 e Km 27 foram escolhidos para serem submetidos ao procedimento de estratificação do sedimento. Cinco das 24 amostras retiradas nestes locais foram divididas em quatro estratos de acordo com a profundidade do sedimento (0-5cm; 5-10cm; 10-15cm; e 15-20cm). O número de organismo foi contabilizado em campo para cada local, após peneiramento em malhas de 0,5mm (Holme & McIntyre, 1984).

Além da coleta do material biológico, os seguintes dados ambientais foram obtidos para cada profundidade dos seis locais supracitados, ao longo de todo o período amostral:

- *Temperatura do sedimento*: obtidas com o auxílio de termômetro de mercúrio com precisão de 1°C
- *Teor de umidade do sedimento*: foram retiradas porções de sedimento as quais foram acondicionadas em recipientes secos de acrílico, previamente etiquetados e, em seguida, armazenadas em caixa de isopor. No laboratório, os frascos de sedimento foram imediatamente pesados e depois submetidos à secagem em estufa a uma temperatura de 60°C. O teor de umidade (em %) foi estimado através da perda do peso do sedimento após a secagem até a estabilização do peso das amostras (Alves, 2004).

- *Salinidade do sedimento*: a leitura foi realizada segundo o método de Hay *et al.* (1981) modificado, onde a salinidade da areia do ambiente é medida através de uma solução 1:1 (massa:volume), usando 10 g de areia e 10 ml de água destilada. Depois de 20 minutos de agitação da solução, aguarda-se o equilíbrio da mesma sendo a leitura da salinidade realizada através da medição da alíquota da solução, utilizando um refratômetro com precisão de 1,0‰.

Para determinar a resistência do substrato à passagem do veículo, o grau de compactação do sedimento foi medido, em triplicata, para cada período do ano, Primavera/06 e Verão/07. A intensidade de 20 KgF foi aplicada em todas as medições usando um penetrômetro manual com ponteira cônica de aço de cerca de 1 cm de diâmetro com leitura direta em  $\text{KgF.cm}^{-2}$ .

A permeabilidade do sedimento foi analisada através de ensaios geotécnicos com tubo aberto de PVC de 40 cm de comprimento e diâmetro de 7cm, segundo o método descrito por Caputo (1980), no qual o coeficiente de permeabilidade (K) é obtido diretamente em  $\text{cm.s}^{-1}$ . O tubo, devidamente metrado de 0 à 10 cm a partir do seu topo, foi enterrado até uma profundidade de cinco cm no solo e preenchido com água até o topo. Com o tubo cheio, cronometrava-se o tempo que a coluna de água levava para percorrer o intervalo de 0-10 cm. A partir dos valores obtidos em campo, era calculada a permeabilidade através da equação:

$$K = (r/4h_m)(d_h/d_t)$$

onde,

r = raio do tubo;

$h_m$  = altura da água à 10cm, em situações acima do nível do lençol freático;

$d_h$ , = distância do tubo percorrida pelo fluido; e

$d_t$  = intervalo de tempo.

Além disso, a granulometria e a matéria orgânica do sedimento foram avaliadas em cada um dos seis locais, em ambos os períodos amostrais. Para tanto, foram retiradas três amostras de sedimento, em cada uma das quatro profundidades, com auxílio de recipientes plásticos devidamente etiquetados e transportados ao laboratório. As amostras foram submetidas à lavagem, para a extração dos sais e secagem em estufa a uma temperatura de aproximadamente 60 °C durante 24 horas. A seguir, as amostras foram peneiradas em um jogo de peneiras de ¼ phi de diferença de abertura de malha. As frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão analítica (0,001g). A interpretação dos dados seguiu a metodologia descrita por Folk & Ward (1957), com o uso do o programa SYSGRAN, versão 3.0.

Para análise do teor de matéria orgânica, cadinhos de porcelana com pequenas quantidades de sedimento amostrado foram submetidos à secagem em estufa à 60 °C por 24 horas, para determinar o peso seco. Após isso, os cadinhos foram levados imediatamente à mufla onde foram submetidos a uma temperatura

de 450°C durante duas horas, para determinar o peso seco livre de cinzas. Após esse procedimento, o material foi pesado novamente e o teor de matéria orgânica pôde ser estimado a partir da diferença entre os pesos.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

Tanto para os dados ambientais quanto para o de contagem de organismos, os valores foram transformados a fim de atingir os pré-requisitos básicos de normalidade e homocedasticidade para análises paramétricas de variância. Como não foi possível atingir nenhum dos requisitos para os dados ambientais e de densidade (exceto para os dados granulométricos), foram empregados os testes não paramétricos de Mann-Whitney para a comparação das médias entre os períodos (Primavera e Verão).

A Análise de Variância Unifatorial foi utilizada para comparar as médias de densidade de *E. furciferus* ao longo dos locais de coleta. Essa análise foi realizada por meio do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis tendo como único fator o Local de coleta (Zar, 1996). Quando encontrada diferenças significativas entre as regiões, foi aplicado o teste de comparação múltipla de Dunn. Todas as análises foram realizadas utilizando o software BioEstat 3.0, com nível de 5% de significância.

Além disso, para cada época do ano, correlações não-paramétricas foram aplicadas para observar as relações entre os parâmetros ambientais e a

densidade do poliqueta. Para tal, foi utilizado o coeficiente de correlação por postos de Spearman (R).

Análises multivariadas foram aplicadas para observar possíveis relações entre as diferentes variáveis tomadas no estudo; para isso, tanto os dados ambientais como os de densidades de *E. furciferus* foram normalizados através da transformação  $\log(x+1)$  e somente os dados ambientais foram padronizados pela equação  $(x-\mu)/\sigma$ , onde,  $\mu$  é a média da amostra e  $\sigma$  o desvio padrão (Field *et al.* 1982).

Com o objetivo de identificar as diferenças nas condições ambientais no tempo e no espaço, aplicou-se aos dados ambientais transformados e padronizados, a técnica de ordenação MDS (“Non Metric Multidimensional Scaling”) que agrupou num plano bidimensional os Locais de coleta em relação ao período de estudo. As análises de MDS foram aplicadas separadamente para a composição granulométrica e para os demais parâmetros ambientais.

Para tal, a similaridade entre os atributos, temporais e espaciais, foi calculada através da Distância Euclidiana e os grupos foram formados pela média dos valores de similaridade dos grupos (“Group average”). A diferença entre grupos foi testada através da Análise de Similaridade (ANOSIM), com o nível de significância de 5% e R estatístico  $> 0,5$  (Clark & Warwick, 1994). Após a identificação dos grupos, utilizou-se a análise de Similaridade de Porcentagens (SIMPER) para identificar quais parâmetros ambientais mais contribuíram para a formação dos grupos delineados no MDS (Field *et al.* 1982).

Para comparar a variação da densidade de *E. furciferus* por local, em função dos dados ambientais, a análise BIOENV foi aplicada para cada período amostral separadamente. Para todas as análises multivariadas foi utilizado o software PRIMER 6.0.

Além disso, para mapear a distribuição das densidades de *E. furciferus* em cada local amostrado, foi utilizado o método de interpolação “Natural Neighbor” utilizando o software ARCGIS 9.1.

## RESULTADOS

### VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Durante os dois períodos de estudo, todos os Locais amostrados ao longo da Praia do Cassino não mostraram alterações severas no que se refere à largura da zona entremarés e granulometria.

A largura da zona entremareal não variou entre os períodos amostrais ( $U=0,94$ ,  $p=0,345$ ), apresentando extensão média de 82,4 m ( $\pm 16,25$ ) antes do verão e 85,10 m ( $\pm 25,95$ ) depois do verão (Tab.13).

Não houve diferença na composição granulométrica entre os períodos amostrais ( $F=2,27$ ,  $p=0,140$ ), mas foi percebida uma diferença espacial dessa variável ( $F=119,53$ ,  $p=0,000$ ). Assim, para os Locais Molhes e Km 3, a granulometria caracterizou-se por possuir areia muito fina moderadamente selecionada com diâmetro médio do grão variando de 95  $\mu\text{m}$  à 123  $\mu\text{m}$  enquanto que nos Locais Km 12, Km 15, Km 24 e Km 27 foi observado a dominância de areia fina bem selecionada com diâmetro médio do grão variando de 129  $\mu\text{m}$  à 185  $\mu\text{m}$ . (Tab.13, Fig.12).

Tabela 13: Largura da praia nas Locais de Coleta e análise granulométrica das amostras de sedimento coletados em cada um desses locais (Largura em m e diâmetro do grão em  $\mu\text{m}$ ).

		<b>Largura</b>	<b>Ø Grão (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Classificação</b>	<b>Classificação</b>
<b>Primavera</b>	<b>Molhes</b>	63	98	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	<b>Km 3</b>	71	123	Areia muito fina	Bem selecionado
	<b>Km 6</b>	100			
	<b>Km 9</b>	70			
	<b>Km12</b>	85	148	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km15</b>	117	148	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km 18</b>	85			
	<b>Km 21</b>	86			
	<b>Km24</b>	70	182	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km 27</b>	77	151	Areia fina	Bem selecionado
<b>Verão</b>	<b>Molhes</b>	49	95	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	<b>Km 3</b>	81	117	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	<b>Km 6</b>	117			
	<b>Km 9</b>	109			
	<b>Km12</b>	97	147	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km15</b>	115	129	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km 18</b>	76			
	<b>Km 21</b>	67			
	<b>Km24</b>	95	185	Areia fina	Bem selecionado
	<b>Km 27</b>	45	151	Areia fina	Bem selecionado

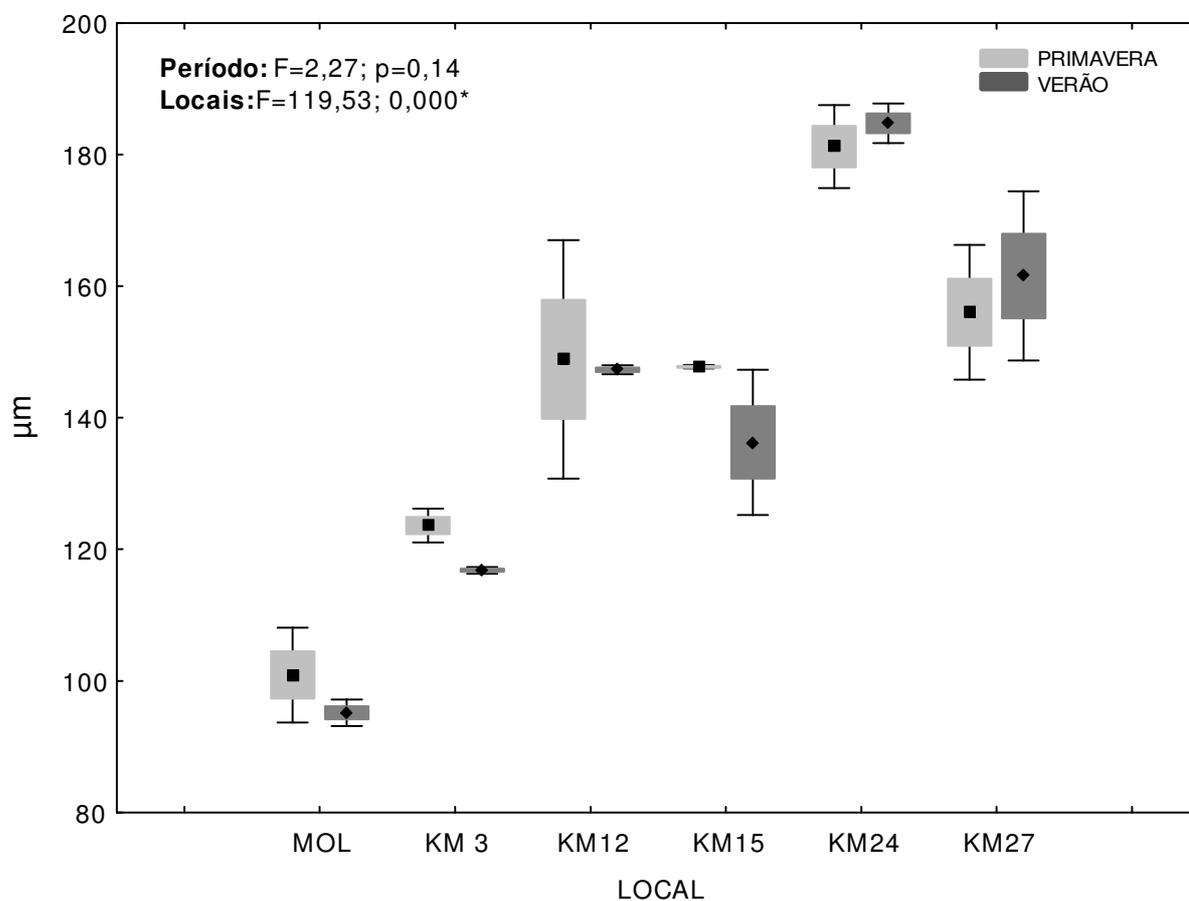


Figura 12: Variação na composição granulométrica do sedimento ao longo das Locais da Praia do Cassino durante a Primavera e Verão. (·) média, (I) erro padrão, (I) desvio padrão.

A análise multivariada de escalonamento (MDS) da porcentagem do tipo de grão ao longo dos locais de coleta mostrou dividir-se em três setores bem definidos ( $p=0,001$  e  $R=0,5$ ) (Fig.13).

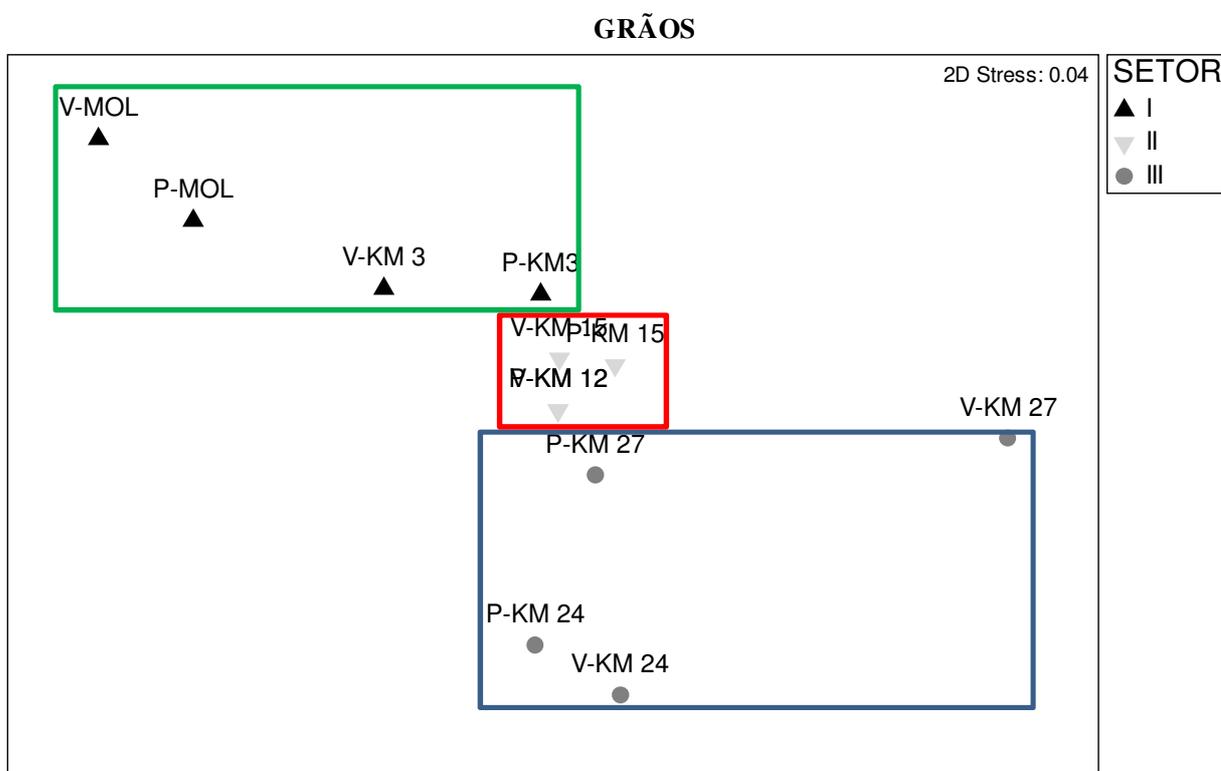


Figura 13: Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da granulometria do sedimento da Praia do Cassino evidenciando a formação de três grupos que setorizam o ambiente. (P- Primavera e V- Verão) “Stress” gráfico do MDS = 0,04.

O Setor I foi caracterizado pelas Locais Molhes e Km 3, agrupando-se com relação à areia fina (60,51%). O Setor II foi representado pelas Locais Km 12 e Km 15, com areia fina (42,61%) e areia média (38,41%) contribuindo para esse agrupamento. Finalmente, as Locais Km 24 e 27 representaram o Setor III, com a fração areia grossa contribuindo com 74,19% na similaridade do grupo (Tab. 14).

Tabela 14: Porcentagem média de similaridade e dissimilaridade (SIMPER) da granulometria do sedimento na formação dos Setores I, II e III observados nas análises de MDS da figura 13

	Similaridade média (%)			Dissimilaridade média (%)		
	I	II	III	IxII	IxIII	IIXIII
<b>Areia Grossa</b>	5.26	2.31	74.19	-	20.02	49.94
<b>Areia Média</b>	0.24	38.41	18.98	-	31.98	40.02
<b>Areia Fina</b>	60.51	42.61	6.55	51.58	18.1	7
<b>Areia Muito Fina</b>	33.99	16.67	0.28	40.43	29.9	-

A análise de MDS indicou uma maior tendência de agrupamentos por Locais do que por Períodos amostrais (Primavera e Verão), evidenciando a maior semelhança entre os Setores II e III (Km 12-15 e Km 24-27, respectivamente) quando comparado com o Setor I (Molhes e Km 3), independentemente do período do ano.

Em relação aos outros parâmetros ambientais, apenas a salinidade e o grau de compactação do sedimento não mostraram variação entre os períodos amostrais (Tab. 15).

Tabela 15: Teste não-paramétrico de médias comparando os parâmetros ambientais medidos na Primavera e Verão. Os asteriscos mostram os testes significativos.

	N	Antes	Depois	U	p
<b>SAL</b>	120	3.95	3.87	6857	0.523
<b>°C</b>	120	23.58	27.40	1609	<b>0.000*</b>
<b>UMID</b>	120	17.23	14.93	3850	<b>0.000*</b>
<b>MO</b>	120	0.86	0.71	5556	<b>0.002*</b>
<b>K</b>	30	$3 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	292	<b>0.030*</b>
<b>KgF/cm<sup>2</sup></b>	50	1.96	1.62	1171	0.584

Para a salinidade e grau de compactação do sedimento, observou-se uma tendência decrescente no sentido Molhes-Km 27, tanto na Primavera como no Verão. A salinidade do sedimento teve maiores teores no Molhe (com valor médio de  $5,57 \pm 2,9$  unidades) diminuindo até a Local Km 27 (com valor médio de  $3,03 \pm 1,5$  unidades). Da mesma maneira, o grau de compactação do sedimento teve as maiores medidas também no Local Molhes ( $2,82 \pm 0,15$  KgF/cm<sup>2</sup>) decrescendo até o Km 27 ( $1,36 \pm 0,15$  KgF/cm<sup>2</sup>) (Fig.14).

A temperatura do sedimento foi mais elevada no Verão com média de  $27,4^\circ\text{C}$  ( $\pm 2,17$ ) comparado com  $23,58^\circ\text{C}$  ( $\pm 2,09$ ) na Primavera enquanto que o teor de umidade do sedimento foi mais elevado na Primavera, com média de  $17,23\%$  ( $\pm 0,78$ ) passando à  $14,93\%$  ( $\pm 2,71$ ) no Verão. Este resultado teve grande influência às baixas umidades registradas no Local Km 15 (Fig. 14).

Além disso, os teores de matéria orgânica do sedimento apresentaram valores médios que variaram de  $0,8\%$  ( $\pm 0,5$ ) na Primavera para  $0,71\%$  ( $\pm 0,09$ ) no Verão. O Local Molhe, na Primavera, diferiu de todos os demais Locais, apresentando teores de  $1,05\%$  de matéria orgânica (Fig. 14).

Finalmente, a permeabilidade do sedimento apresentou-se mais elevada na Primavera, com média de  $3 \times 10^{-3}$  cm/s em comparação à  $2 \times 10^{-3}$  cm/s no final no Verão (Fig.14).

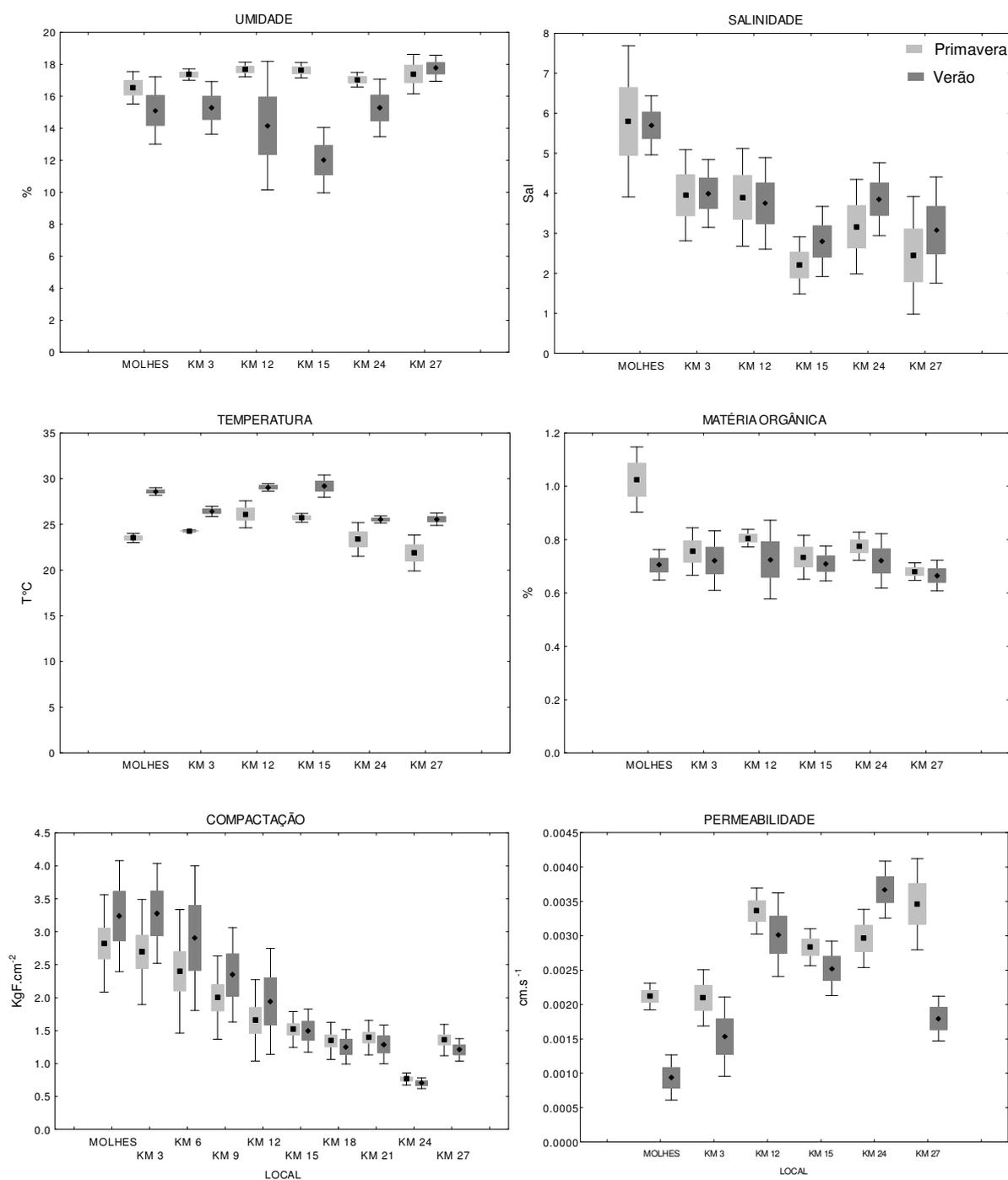


Figura 14: Diferença espacial da Salinidade, Temperatura, Teor de Umidade, Matéria Orgânica, Grau de Compactação e Permeabilidade do sedimento, na Primavera e Verão. (·) média, (□) erro padrão e (I) desvio padrão.

Da mesma forma como foi usada para a granulometria, com a análise multivariada de escalonamento (MDS) foi possível identificar dois grupos ambientais separados pelos períodos amostrais. Através da Análise de Similaridade (ANOSIM), os grupos mostram-se fracamente agrupados, apesar dos agrupamentos diferirem significativamente um do outro ( $p=0,015$  e  $R=0,3$ ) (Fig.15).

### FATORES AMBIENTAIS

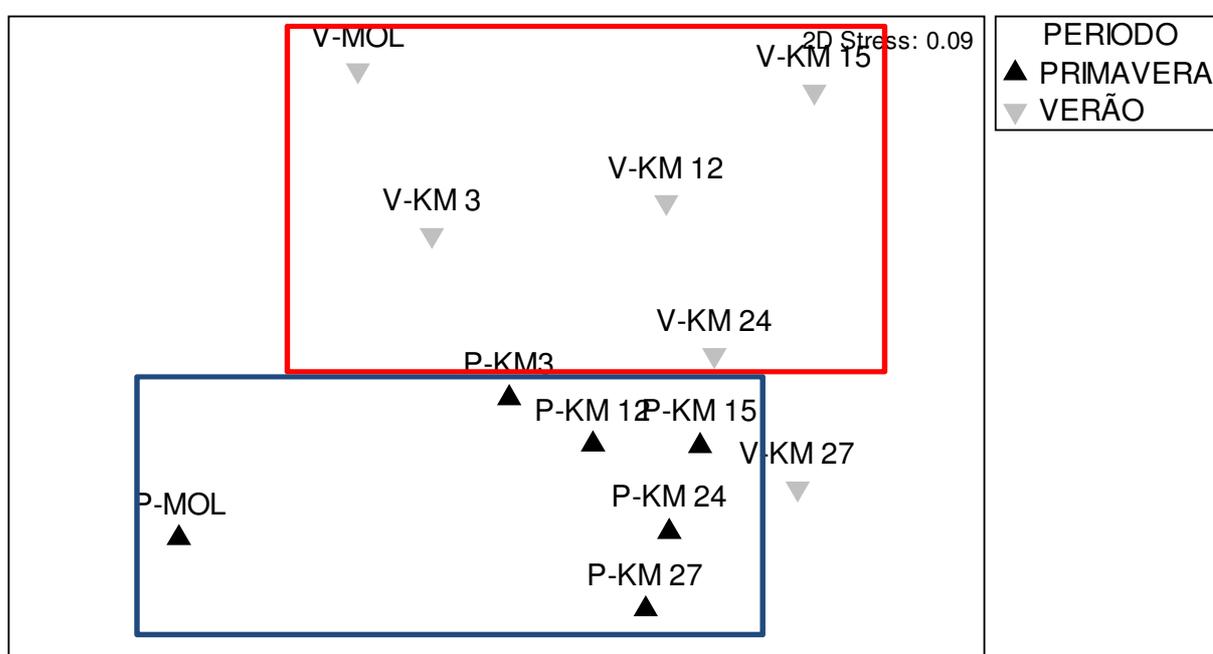


Figura 15: Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) dos parâmetros ambientais da Praia do Cassino evidenciando a formação de dois grupos através dos períodos amostrais (P- Primavera e V- Verão) “Stress” gráfico do MDS = 0,09.

Os elementos do grupo PRIMAVERA se agruparam com relação à salinidade do sedimento (35,13%) enquanto que no grupo VERÃO, o grau de

compactação do sedimento foi o parâmetro que mais contribuiu para a formação desse agrupamento (28,83%) (Tab. 16).

Tabela 16: Porcentagem média de similaridade e dissimilaridade (SIMPER) dos parâmetros ambientais medidos nas Locais de coleta, explicando o resultado observado na análise MDS da figura 6.

	Similaridade média (%)		Dissimilaridade média (%)
	Primavera	Verão	Primavera X Verão
<b>Salinidade</b>	<b>35.13</b>	17.7	13.5
<b>Kgf.cm<sup>-2</sup></b>	0.53	<b>28.83</b>	13.56
<b>Umidade</b>	5.32	15.27	<b>20.13</b>

#### **EFEITO SOBRE O POLIQUETA *Euzonus furciferus***

##### **DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE *Euzonus furciferus***

Variações na densidade de *Euzonus furciferus* foram verificadas ao longo dos Locais de coleta e dos Períodos amostrais. No estudo realizado na Primavera, foi possível observar que *E. furciferus* foi um dos principais organismos representante do mesolitoral médio e superior da Praia do Cassino possuindo uma densidade média de 243 ( $\pm 415$ ) ind.m<sup>-2</sup>, enquanto que depois do período de Veraneio, sua densidade declinou de forma significativa, atingindo 79 ( $\pm 394$ ) ind.m<sup>-2</sup> (U=18770; p=0,000).

Na Primavera, o poliqueta *E. furciferus* ocorreu ao longo de todos os locais de coleta. Nos três primeiros locais, dos Molhes ao Km 6, os organismos permaneceram em baixas densidades médias, não ultrapassando 64 ind/m<sup>2</sup>. A densidade média desses três locais foram estatisticamente menores do que as demais regiões consideradas nesse período ( $p < 0,05$ ). Do Km 9 ao Km 21, foram encontrados os maiores valores de densidade de *E. furciferus*. No Km 12, *E. furciferus* alcançou o pico de densidade média ao longo de toda a Praia do Cassino, chegando à 515 ind.m<sup>-2</sup>. Após este local, na direção Sul, os valores de densidade média mantiveram-se entre 190 à 400 ind.m<sup>-2</sup> sendo estatisticamente semelhantes entre si ( $p < 0,05$ ). A região composta pelos Km 24 e Km 27 teve densidades médias de 185,7 ind/m<sup>2</sup> e 206,9 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente, sendo consideradas estatisticamente semelhantes à região adjacente ( $p > 0,05$ ) (Fig. 16).

No Verão, o poliqueta *E. furciferus* esteve ausente em quase toda extensão da Praia do Cassino, notadamente desde o Molhe Oeste até o Km 9. Densidades médias de 32 ind/m<sup>2</sup> ocorreram no Local Km 12 e, a partir deste, a densidade de *E. furciferus* tendeu a crescer, de maneira discreta, na direção Sul (Fig.16). Os Locais Km 24 e Km 27 foram os que tiveram maiores densidades médias de organismos neste período (377 e 350 ind.m<sup>-2</sup> respectivamente), e foram aqueles que notadamente receberam poucos veranistas durante toda a alta temporada de 2007 (Fig.16).

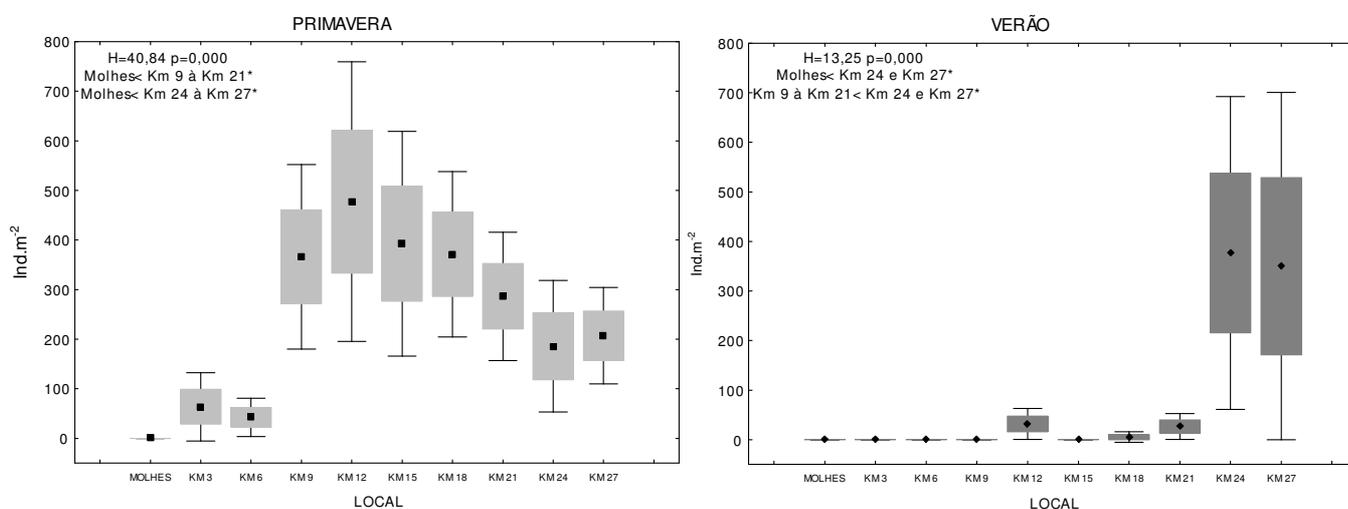


Figura 16: Densidade média de *Euzonus furciferus* ao longo das Locais de coleta durante os dois Períodos de estudo. (·) média, (□) erro padrão e (I) desvio padrão.

Em cada um dos locais de coleta (375 m<sup>2</sup> cada), foi possível perceber a distribuição em manchas de *E. furciferus*, no qual se destacam com maiores manchas os locais medianos da praia, Km 9, Km12, Km15, Km18 e Km 21, no período Primavera e os locais com baixa influencia antrópica, Km 24 e Km27, no Verão. Os Anexos 1 e 2 representam respectivamente o mapeamento das assembléias de *E. furciferus* para cada um dos Locais, na Primavera e Verão.

### Zonação de *Euzonus furciferus*

No estudo de Primavera, os indivíduos de *E. furciferus* tenderam a ocupar todos os níveis da zona de mesolitoral ao longo de toda Praia do Cassino. Em Molhes, Km 3 e Km 6 foram registradas as menores ocupações de níveis pelos

indivíduos, não ultrapassando 287 ind.m<sup>-2</sup>. Os níveis mais próximos da zona de varrido (V e VI) foram aqueles com maior concentração de organismos. Uma maior concentração de organismos foi observada no nível III, principalmente a partir do Km 12 (com 1019 ind.m<sup>-2</sup>) com abundância de 1.114 ind.m<sup>-2</sup> no Km 15 (Fig.17).

No final do verão, devido à ausência de *E. furciferus* em grande parte dos Locais de coleta, a maioria dos níveis da zona de mesolitoral da Praia do Cassino encontrava-se desocupada, notadamente entre os Locais Molhes e Km 9. Nesse período do ano, o nível III da praia destacou-se pela brusca diminuição da densidade de organismos, desde o Km 9 até o Km 18, valores que são significativamente menores quando comparados ao das densidades antes do verão ( $p < 0,05$ ).

A partir do Km 21, *E. furciferus* voltou a ocorrer preferencialmente nos níveis superiores do mesolitoral, com 95,5 ind.m<sup>-2</sup> no nível II e 64 ind.m<sup>-2</sup> no nível III. Na região mais ao Sul do Balneário, os organismos tiveram maiores abundâncias no final do verão; no Km 24 o pico de abundâncias ocorreu no nível II, com 1432 ind.m<sup>-2</sup> enquanto que no Km 27, houve uma inversão de ocupação dos níveis para aqueles próximos ao varrido, especialmente no nível V chegando à 2037 ind.m<sup>-2</sup> (Fig.17).

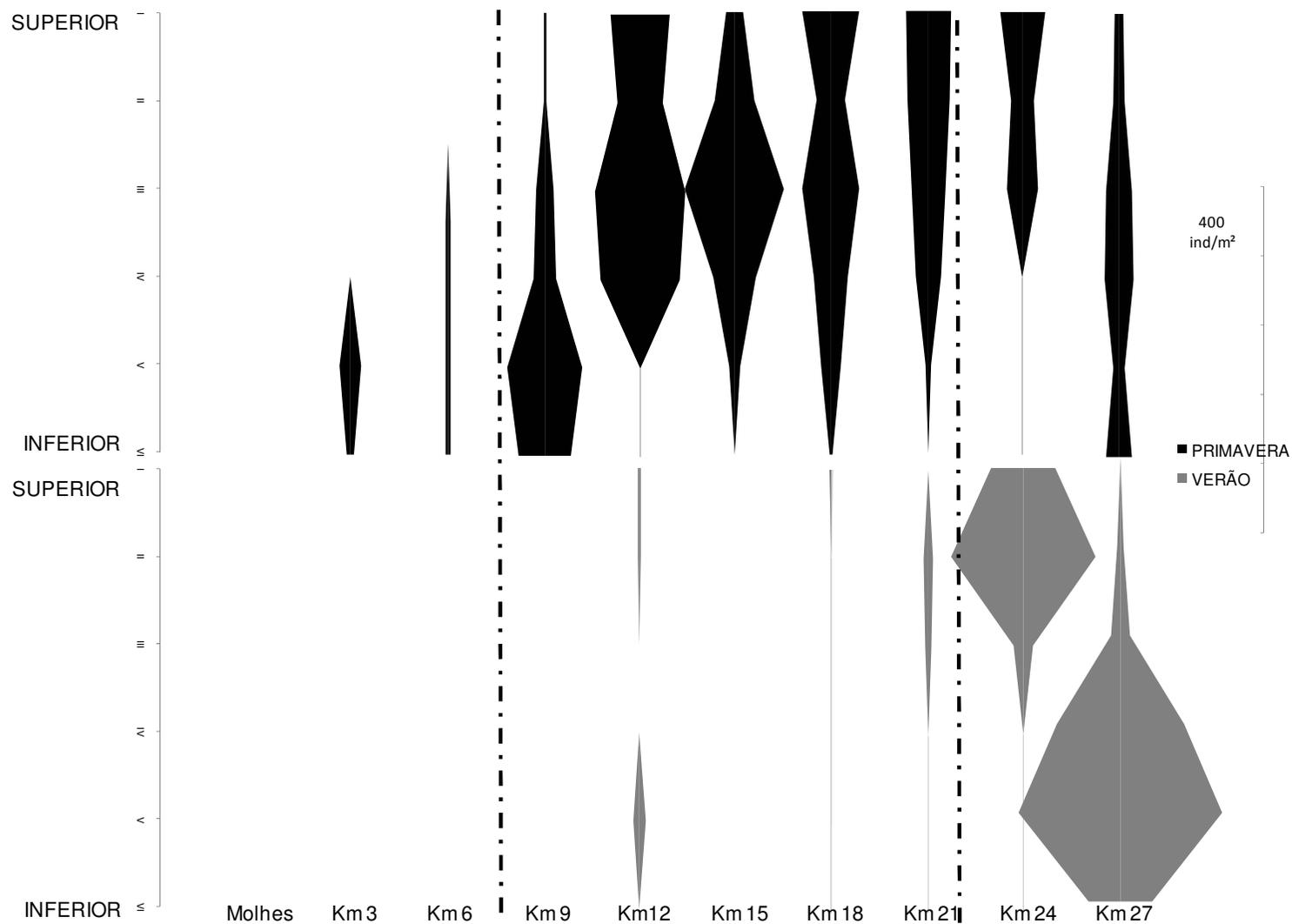


Figura 17: Zonação de *Euzonus furciferus* ao longo dos níveis do mesolitoral da Praia do Cassino nos Locais e Períodos amostrais.

### **Estratificação de *Euzonus furciferus* Dentro do Sedimento**

Na Primavera, os indivíduos de *E. furciferus* ocorreram predominantemente nos estratos superficiais, entre as camadas de 0-5 cm e de 5-10 cm de praticamente todos os Locais amostrados enquanto que, no Verão, a ausência de organismos em todas as camadas foi um fato que ocorreu para praticamente toda a extensão da Praia do Cassino. Somente na direção mais afastada dos Molhes (Km 24 e Km 27), foi possível observar organismos. Estes se concentraram na camada entre 10-15 cm de profundidade.

Comparando os períodos amostrais (Primavera e Verão) em função das profundidades de ocorrência dos organismos (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm), foi possível perceber uma mudança na ocupação de *E. furciferus* dentro das camadas de sedimento, ao longo das regiões da praia.

Na região dos locais próxima aos Molhes, especialmente no Km 3, as baixas densidades de *E. furciferus* foram semelhantes ao longo das profundidades amostradas, independente da época do ano ( $p > 0,05$ ) (Fig.18).

Na região central da praia (Km 12 e Km 15), tanto o estrato superficial (0-5 cm) como o estrato subsuperficial (5-10 cm) registraram queda de densidade depois do período de verão. No Km 12, as densidades caíram de 1019 ind/m<sup>2</sup> para 0 ind/m<sup>2</sup> em 0-5 cm e 5-10 cm (Fig.18).

O estrato superficial (0-5 cm) do Km 24 registrou densidade de 1400 ind.m<sup>-2</sup> antes do verão e 0 ind.m<sup>-2</sup> com o passar do período do veraneio, e no Km 27 de 764 ind.m<sup>-2</sup> para 255 ind.m<sup>-2</sup>. Além disso, no Km 24 foi registrado o aumento na

densidade de *E. furciferus* no estrato de 10-15 cm de profundidade, passando de 0 ind.m<sup>-2</sup> para 3200 ind.m<sup>-2</sup>. Todas essas diferenças foram consideradas significativas ( $p < 0,05$ ) (Fig.18).

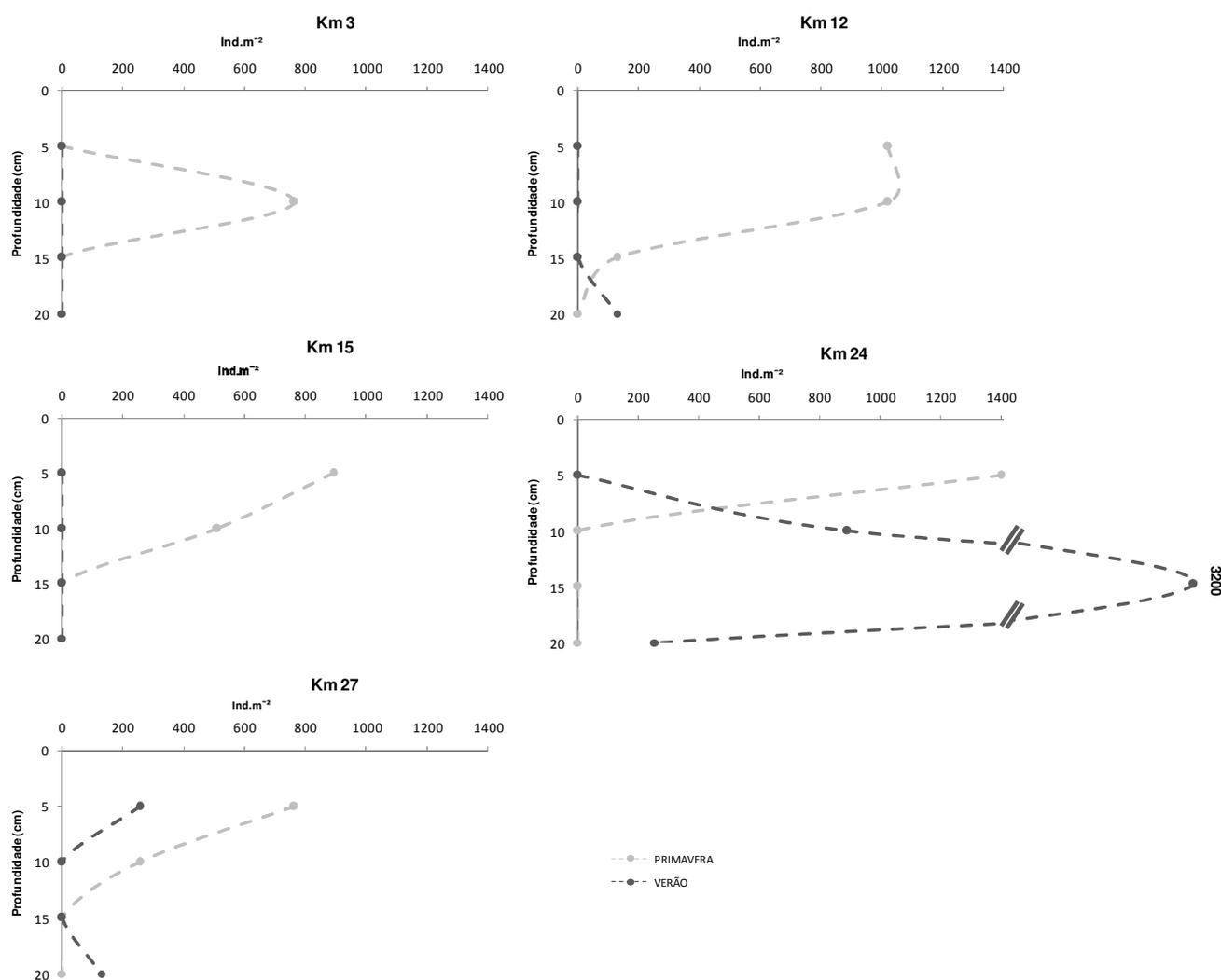


Figura 18: Abundância de *Euzonus furciferus* em relação à profundidade do sedimento (cm) ao longo da Praia do Cassino, durante os períodos amostrais.

## **RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A DENSIDADE DE *Euzonus furciferus***

Na Primavera, dentre todos os parâmetros ambientais analisados – salinidade, temperatura, umidade, grau de compactação, permeabilidade, matéria orgânica, composição granulométrica além da distância dos Molhes – os teores de areia grossa, média e muito fina aliados à distância dos Molhes foram os parâmetros que melhor explicaram as diferenças encontradas entre as densidades de organismos ao longo da Praia do Cassino. Através da análise multivariada BIOENV, que usa o coeficiente de Spearman (R) para mostrar correlações, foi possível perceber correlação positiva e significativa entre os teores de areia grossa, média e muito fina e distância, e a densidade de *E. furciferus* ( $R= 0,5$  e  $p = 0,02$ ). As maiores concentrações de organismos ocorreram nos Locais mais afastados dos Molhes, o qual possui uma maior heterogeneidade de sedimento.

Ao contrário, no Verão, a densidade de *E. furciferus* e os parâmetros ambientais apresentaram uma baixa e não significativa correlação ao longo dos Locais, ( $R= 0,3$  e  $p = 0,11$ ). Mesmo assim, o grau de compactação do sedimento, teores de matéria orgânica e a distância dos Molhes destacaram-se como as variáveis que mais poderiam explicar o resultado encontrado – a ausência de *E. furciferus* em grande extensão da praia aliado a um acentuado aumento de suas densidades nas regiões mais afastadas do Balneário.

A tabela 18 revela as principais relações encontradas para as variáveis ambientais e a densidade do poliqueta, vistas par a par, através da correlação de Spearman.

Tabela 17: Resultado do Coeficiente de Correlação de Spearman (R) entre as variáveis ambientais e a densidade de *Euzonus furciferus*. Em destaque estão os valores acima de 0,5 e com  $p < 0,05$ .

	DISTANCIA	Ind/m <sup>2</sup>	SAL	TEMP	UMID	KgF/cm <sup>2</sup>	K	MO	AR GROS	AR MED	AR FINA	AR MUI FIN	
	DISTANCIA	1.0	0.3	<b>-0.6</b>	-0.2	0.1	<b>-0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>-0.7</b>	0.4	<b>0.9</b>	<b>0.6</b>	<b>-0.9</b>
	Ind/m <sup>2</sup>	0.3	1.0	-0.3	<b>0.5</b>	0.0	-0.2	0.4	-0.2	0.1	0.3	0.5	-0.3
	SAL	<b>-0.6</b>	<b>-0.3</b>	1.0	-0.2	-0.1	0.4	-0.4	<b>0.5</b>	-0.1	-0.4	<b>-0.6</b>	<b>0.5</b>
	TEMP	-0.2	0.5	-0.2	1.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	-0.1	0.4	0.2
	UMID	0.1	0.0	-0.1	0.1	1.0	-0.4	0.2	-0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1
	kgf/cm <sup>2</sup>	<b>-0.8</b>	-0.2	0.4	0.0	-0.4	1.0	<b>-0.6</b>	0.4	<b>-0.6</b>	<b>-0.8</b>	-0.4	<b>0.9</b>
ANTES	K	<b>0.7</b>	0.4	-0.4	0.2	0.2	<b>-0.6</b>	1.0	-0.4	0.3	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.6</b>
	MO	<b>-0.7</b>	-0.2	<b>0.5</b>	0.0	-0.3	0.4	-0.4	1.0	-0.3	<b>-0.5</b>	<b>-0.6</b>	<b>0.6</b>
	AR GROS	0.4	0.1	-0.1	0.1	0.0	<b>-0.6</b>	0.3	-0.3	1.0	<b>0.5</b>	0.2	<b>-0.5</b>
	AR MED	<b>0.9</b>	0.3	-0.4	-0.1	0.1	<b>-0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>-0.5</b>	<b>0.5</b>	1.0	0.3	<b>-0.9</b>
	AR FINA	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.6</b>	0.4	0.3	-0.4	<b>0.5</b>	<b>-0.6</b>	0.2	0.3	1.0	-0.4
	AR MUI FIN	<b>-0.9</b>	-0.3	<b>0.5</b>	0.2	-0.1	<b>0.9</b>	<b>-0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.9</b>	-0.4	1.0
	DISTANCIA	1.0	<b>0.5</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>	0.3	<b>-0.9</b>	<b>0.5</b>	-0.2	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.9</b>
	Ind/m <sup>2</sup>	<b>0.5</b>	1.0	-0.2	-0.4	0.4	-0.4	0.3	-0.2	0.4	0.4	0.2	<b>-0.5</b>
	SAL	<b>-0.5</b>	-0.2	1.0	0.2	-0.1	0.4	-0.3	0.1	-0.2	-0.4	<b>-0.7</b>	0.4
	TEMP	<b>-0.5</b>	-0.4	0.2	1.0	-0.5	0.4	-0.1	0.2	<b>-0.6</b>	<b>-0.5</b>	0.2	<b>0.5</b>
	UMID	0.3	0.4	-0.1	-0.5	1.0	-0.2	-0.1	0.0	0.4	0.1	-0.1	-0.2
	kgf/cm <sup>2</sup>	<b>-0.9</b>	-0.4	0.4	0.4	-0.2	1.0	-0.5	0.1	<b>-0.6</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.5</b>	<b>0.8</b>
DEPOIS	K	<b>0.5</b>	0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.5	1.0	0.1	0.3	<b>0.8</b>	0.4	<b>-0.7</b>
	MO	-0.2	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	1.0	-0.1	0.0	-0.2	0.1
	AR GROS	<b>0.7</b>	0.4	-0.2	<b>-0.6</b>	0.4	<b>-0.6</b>	0.3	-0.1	1.0	<b>0.7</b>	0.0	<b>-0.7</b>
	AR MED	<b>0.8</b>	0.4	-0.4	<b>-0.5</b>	0.1	<b>-0.7</b>	<b>0.8</b>	0.0	<b>0.7</b>	1.0	0.3	-1.0
	AR FINA	<b>0.5</b>	0.2	<b>-0.7</b>	0.2	-0.1	-0.5	0.4	-0.2	0.0	0.3	1.0	-0.4
	AR MUI FIN	<b>-0.9</b>	<b>-0.5</b>	0.4	<b>0.5</b>	-0.2	<b>0.8</b>	-0.7	0.1	<b>-0.7</b>	-1.0	-0.4	1.0

## DISCUSSÃO

Alterações na distribuição do poliqueta *Euzonus furciferus* ao longo da Praia do Cassino foram identificadas diante dos dois períodos de amostragem do estudo.

### PERÍODO DE PRIMAVERA

*Euzonus furciferus* foi encontrado em todos os Locais de coleta (exceto no Local Molhe), sendo o organismo dominante do mesolitoral médio e superior ao longo dos 27 quilômetros de praia estudados. Esses resultados confirmam que a população deste poliqueta marca a zona do mesolitoral médio e superior da Praia do Cassino, corroborando com os resultados encontrados por Neves *et al.* (2007) para esta praia.

Foi possível perceber a ausência da espécie dos Molhes até o Km 6, um aumento na concentração de organismos a partir de Km 9 até atingir um pico de abundância no Km 12 e uma gradual queda das densidades dos poliquetas até chegar nos Km 24 e Km 27.

Padrões de distribuição dos organismos ao longo da costa já foram bem documentados para diferentes populações de praias arenosas (James & Fairweather, 1996; Defeo & de Avala, 1995). Nestes estudos, observa-se uma tendência das distribuições ocorrerem em forma de sino, com aumento da densidade de organismos da região central da praia e diminuição das densidades

nas regiões periféricas. Padrões com essas feições podem ser alterados com a introdução de distúrbios ao sistema, passando de distribuição em forma de sino para uma distribuição assimétrica (Defeo & McLachlan, 2005). O padrão de distribuição horizontal percebido para populações de *E. furciferus* antes do verão concorda com o observado por Defeo & McLachlan (2005), já que uma distribuição horizontal assimétrica foi encontrada para o poliqueta.

Para a Praia do Cassino, uma fonte permanente de distúrbio é a presença dos Molhes da Barra. Segundo Figueiredo & Calliari (2006), essa estrutura artificial tem influência sobre a extensão praial até sete quilômetros de distância e uma das principais conseqüências de sua presença é a concentração de areia muito fina nas regiões adjacentes a essa estrutura e elevação das porcentagens de areia média em direção ao Sul.

De fato, a relação encontrada nesse estudo entre a granulometria do sedimento e os Locais de coleta revelou uma setorização da praia já evidenciada no estudo de Figueiredo & Calliari (2006). Um aumento no diâmetro do grão no sentido Molhe-Km27 foi observada, com a distinção de três setores: o Setor I com predomínio de areia muito fina (Molhes e Km 3); Setor II (Km 12 e Km 15) em virtude dos percentuais de areia média e Setor III (Km 24 e Km 27) devido as maiores frações de areia grossa. Assim, o gradiente granulométrico observado no presente estudo se mostra persistente ao longo do tempo.

Dessa forma, especialmente devido à presença dos Molhes da Barra, os Locais Molhe, Km 3 e Km 6 possuem características geomorfológicas distintas em relação ao restante da praia. Lélis (2003) comenta que os sedimentos mais finos

verificados junto ao Molhe Oeste conferem a este local características acrescidas e, adicionalmente, Esteves *et al.* (2003) classifica essa região da Praia do Cassino como impactada e progradante devido ao efeito que essa estrutura exerce sobre a Praia do Cassino.

Aliado à alta concentração de areia fina, o grau de compactação do sedimento também foi mais elevado na região próxima aos Molhes em relação as demais regiões da praia. A alta correlação positiva observada nesse estudo para a compactação e teores de areia muito fina ( $R=0,8$ ;  $p<0,05$ ) facilita o trânsito de veículos nesse trecho. De fato, a circulação entre os Molhes e o Km 6 ocorre permanentemente, pois essa região é vista pela comunidade como uma rota alternativa criada para acessar a cidade de Rio Grande.

A Praia do Cassino pode ser então dividida em três trechos, separados quanto ao gradiente antrópico identificado: (1) região de ALTA interferência antrópica que compreende o trecho entre o Molhe e o Km 6; (2) região de MODERADA interferência antrópica, que se estende do Km 9 até o Km 21; e (3) uma região de BAIXA interferência antrópica englobando Km 24 e Km 27. Os resultados apresentados na análise de BIOENV reforçam ainda mais a relação entre a composição de grãos e da distância dos Molhes como fatores importantes para a distinção dessas regiões com diferentes graus de perturbação para o período antes do verão.

Assim, a baixa densidade do poliqueta *E. furciferus* nos seis primeiros quilômetros se dá então pelo somatório de efeitos negativos (trânsito permanente e efeito dos molhes) que anulam sua distribuição nesse trecho, justificando a

nomeação desse trecho como de ALTA interferência antrópica. É entre esses quilômetros que existe o maior número de acesso para os veículos chegarem a praia, agravando a situação.

Na região central da área de estudo, especialmente no Local Km 12, condições ambientais mais favoráveis à espécie podem explicar as maiores concentrações de *E. furciferus* nesse trecho, para essa época do ano. A maior estabilidade desse trecho, tanto em relação à pouca influência dos Molhes quanto a de melhores circulações oceanográficas de correntes, ajudam a população do poliqueta ser bem sucedida nessa área.

A presença dos Molhes da Lagoa dos Patos aliado à ocorrência de ventos constante do quadrante N/NE durante a primavera desloca a pluma de dispersão da desembocadura do estuário exatamente para esta região central da Praia do Cassino (Tomazelli & Villwock, 1992). Assim, com um efetivo aporte de alimento oriundo da Lagoa e aporte larval garantido, a população do poliqueta *E. furciferus* é mantida nessa região durante a Primavera. Aliado a isso, um moderado tráfego de veículos e banhistas é registrado para essa região antes da temporada de Verão no balneário, conferindo a este segmento praiar uma interferência humana de intensidade MODERADA.

A queda na densidade do poliqueta na direção Sul da área de estudo (Km 24 e Km 27) ocorre, provavelmente, devido ao caráter tendendo ao intermediário dessa região (Calliari & Klein, 1993). Essa característica praiar pode não ser a mais favorável para *E. furciferus* ocupar o mesolitoral. Juntamente, o fato desse trecho da Praia do Cassino estar livre do fenômeno de acresção faz com que essa

região tenha uma largura de mesolitoral menor (no sentido duna-varrido) do que a porção Norte, diminuindo os nichos tróficos disponíveis na zona entremarés, o que poderia aumentar a competição por espaço com outras espécies (Defeo & McLachalan, 2005). *Euzonus furciferus* ocorre nessa região, porém em menores proporções quando comparado ao centro da área de estudo.

Com relação à zonação dentro de cada Local de coleta, a preferência do poliqueta se deu, a partir do Local Km 12, nos níveis centrais das áreas amostradas, especialmente o nível III. Isso pode refletir, em uma escala de poucos metros, ao padrão de distribuição unimodal observado nesse estudo para a escala de quilômetros. Situação como essa, já foi reportada para padrões de zonação anual de isópodes e bivalves (Defeo & Ruanda, 2002). Schoeman *et al.* (2003) sugere que uma das explicações para a percepção de manchas de organismos perpendiculares a linha da praia, pode ser em resposta a processos ambientais que agem em escalas espaciais em torno de 3 m. Para o presente estudo, as correlações positivas encontradas entre as medidas de temperatura e permeabilidade com a densidade do poliqueta, podem estar influenciando no padrão de distribuição encontrado para a espécie.

De uma maneira geral, a preferência do poliqueta por profundidades até 10 cm no interior do sedimento ocorreu durante a amostragem de Primavera, em que maiores densidades nessas camadas foram encontradas à 24 e 27 quilômetros a partir dos Molhes. Essa tendência de dominância dos estratos superficiais (0-5 cm) e subsuperficiais (5-10cm) também ocorreu nas áreas Controle do Capítulo 1 e 2 revelando que, provavelmente, independente de haver qualquer distúrbio no

epistrato do sedimento, estas sejam as profundidades preferenciais da espécie onde condições ideais e preferenciais de temperatura, teor de umidade, de oxigênio, etc devem ocorrer para a ocupação do poliqueta.

## **PERÍODO DE VERÃO**

Um cenário distinto foi percebido depois da temporada de veraneio de 2007. Em aproximadamente 21 quilômetros de praia não foi encontrado o poliqueta *E. furciferus* ou suas densidades não ultrapassam 32 ind.m<sup>-2</sup>. A zona do mesolitoral, típica desse organismo, foi descaracterizada durante a alta estação, provavelmente devido aos intensos e diferentes usos da praia.

A Praia do Cassino recebe grande fluxo de visitantes entre os meses de dezembro à março chegando à aproximadamente 175 mil turistas nos meses de verão de cada ano. O aumento da população do Balneário é enorme visto que a população residente ao longo do restante do ano na localidade chega à 20 mil pessoas (Agência Sebrae de Notícias RS, 2007). Nessa época, a faixa de praia até o Local Km 21 (onde está encalhado o Navio Altair) encontra-se submetida a um intenso pisoteio de pedestres e tráfego de veículos. Além disso, durante todo o ano, os primeiros 6 km de praia (entre o centro da praia do Cassino) e a base do molhe oeste, são de intenso tráfego de veículos.

Mesmo na região central da praia (Local 12 km), onde antes do verão foi observada a maior concentração de organismos, densidades de somente 32

ind/m<sup>2</sup> foram encontradas ao final da temporada. Somente à 24 quilômetros do Molhe Oeste foi registrada a presença significativa do poliqueta *E. furciferus*.

Dessa forma, pode-se perceber que, para essa época do ano, duas porções da praia podem ser claramente identificadas em função das densidades de *E. furciferus* e das evidentes pressões humanas que ocorrem nos meses de verão. Assim, houve uma ampliação do trecho de ALTA interferência antrópica, passando de Molhe à Km 6 para Molhe até o Km 21. O trecho de BAIXA interferência humana permaneceu entre os Km 24 e Km 27, pela menor influência da circulação de veículos nesse trecho da praia.

Mesmo sem haver diferença estatisticamente significativa entre os períodos amostrais, foi notável a percepção de medidas mais elevadas de compactação depois do período de verão ao longo de toda a praia. Os maiores valores de compactação observados entre o Local Molhe e o Km 21 estão diretamente relacionados ao intenso tráfego de veículos nessa região, destacando essa atividade como uma característica transformadora do ambiente praiial nessa época do ano e reforçando ainda mais a setorização do ambiente por interferência antrópica.

De acordo com Vieira & Novaes (2004), o trânsito de veículos sobre a região próxima aos Molhes da Barra confere ao ecossistema indícios claros de compactação não-natural devido aos valores extremamente altos dessa medida. Em adição, esse autor relata que a faixa compactada dessa região pode atingir uma amplitude de até 18m no sentido duna-varrido. A área de 375 m<sup>2</sup> (15x25)

amostrada no presente estudo revelou-se como extremamente representativa para avaliar esse tipo de impacto.

A alta ocorrência do poliqueta *E. furciferus* somente nos Km 24 e Km 27 reflete o grau de intensidade que o processo de expansão do trecho de ALTA interferência humana provocou sobre a distribuição dos organismos na região central da praia (do Km 9 até Km 21). Mesmo sendo esta região possuidora de condições oceanográficas mais favoráveis (como explicado no item anterior) foram observadas densidades extremamente baixas do poliqueta ao final da temporada em virtude, essencialmente, do aumento da circulação de veículos nessa região.

O acompanhamento sazonal da zonação da macrofauna bentônica na região central da Praia do Cassino, especificamente à 17 km a partir do Molhe Oeste, registrou a ocorrência baixas densidades de *E. furciferus* durante os meses de verão (Neves *et al.*, 2007). Os autores verificaram que a recuperação das densidades da espécie ocorreu nos meses seguintes, em decorrência do recrutamento observado no outono. É provável que, a partir dos efeitos antrópicos identificados no presente trabalho, esta situação de baixas densidades no período do verão seja um fenômeno recorrente para a população de *E. furciferus* na Praia do Cassino.

A zonação do poliqueta *E. furciferus* teve seu padrão alterado com o passar do período de veraneio. Os organismos que antes ocupavam o nível III da praia, desapareceram desse nível, havendo, provavelmente, um aumento na mortalidade da espécie ao longo da temporada de verão. Além disso, a ausência do poliqueta

no nível III coincide exatamente com a faixa de areia onde ocorre a maior circulação de veículos na praia.

Finalmente, o deslocamento do poliqueta para camadas mais profundas do sedimento como ocorreu no Km 24, pode ter relação com variações no teor de umidade do sedimento, que aumentou de 12% na superfície (0-5 cm) para 17% na camada 15-20 cm. Sob condições de maré alta também foi observado um aprofundamento de *Euzonus* em busca de sedimentos mais oxigenados (Ruby & Fox, 1976), podendo também ser os teores de oxigênio responsáveis pelo deslocamento.

Diante dos resultados do presente trabalho, pode-se dizer que a influência dos Molhes da Barra de Rio Grande e a expansão da região de ALTA interferência humana durante os meses de verão provocam danos à população do poliqueta *E. furciferus*.

Mesmo com a permanente influência dos Molhes, proporcionando as mesmas condições granulométricas com o passar dos meses, a alta circulação de veículos e a presença de banhistas podem ser consideradas as principais causas para as mudanças observadas na distribuição horizontal do poliqueta. Em escala de metros (zonação em cada Local), alterações na taxa de sobrevivência da espécie também foram evidenciadas no presente estudo, do mesmo modo como foi observado para os experimentos de Pisoteio e Tráfego de Veículos, revelando a forma danosa como os distúrbios antrópicos podem acarretar à biota.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, ES. 2004. Efeito da morfodinâmica praial e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 260 p.
- BORZONE, CA, JRB SOUZA, & AG SOARES. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 565-577.
- CALLIARI, LJ & AHF KLEIN. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, 20: 48-56.
- CAPUTO, HP. 1980. Mecânica de solos e suas aplicações. Rio de Janeiro, Editora Livro Técnicos e Científicos.
- CLARKE, KR & RM WARWICK. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth. NERC. 187 p.
- DEFEO, O & A DE ALAVA. 1995. Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine ecology Progress Series*, 123: 73-82.
- DEFEO, O & A MACLACHLAN. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine*

*Ecology Progress Series*, 295:1-20.

DEFEO, O. & M RUENDA. 2002. Spatial structure, sampling design and abundance estimates in sandy beach macroinfauna: some warnings and new perspectives. *Marine Biology*, 140: 1215-1225.

ESTEVEZ, LS, ARP SILVA, TB AREJANO, MAG PIVEL & MP VRANJAC. 2003 Coastal Development and Human Impacts Along the Rio Grande do Sul Beaches, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 35: 548-556.

FANINI L, CM CANTARINO & F SCAPINI. 2005. Relationships between the dynamics of two *Talitrus saltator* populations and the impacts of activities linked to tourism. *Oceanologia*, 47 (1): 93-112.

FIELD JG, KR CLARKE & RM WARWICK. 1982. A Practical Strategy for Analysing Multispecies Distribution Patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8: 37-52.

FIGUEIREDO, AS & LJ CALLIARI. 2006. Sedimentologia e suas implicações na morfodinâmica das praias adjacentes a desembocaduras da linha de costa do Rio Grande do Sul. *Gravel*, 4:73-87.

FOLK RL, WC WARD. 1957. Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27: 3-26.

HAY, JD, LD LACERDA & AL TAN. 1981. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromelion increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. *Ecology*, 62(5):

1392-1395.

HOLME N.A. & AD McINTYRE. 1984. Methods for the study of marine benthos. New York, Blackwell Scientific Publications, 76p.

JAMES, RJ & PG FAIRWEATHER. 1996. Spatial variation of intertidal macrofauna on a sandy ocean beach in Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 81-107.

KALIL, L.G. 2000 Avaliação da interferência humana com as aves da Praia do Cassino no ano de 2000. Monografia (Graduação em Oceanologia) Fundação Universidade de Rio Grande - RS. 65p.

LÉLIS, R.J.F. 2003. Variabilidade da linha de costa oceânica adjacente às principais desembocaduras do Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia. Curso de Oceanologia. FURG, Rio Grande, RS. 117p.

NEVES, LP; PSR SILVA & CE BEMVENUTI. 2007. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, Southernmost Brazil. Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, 55(4): 293-307.

RUBY EG & DL FOX. 1976. Anaerobic respiration in polychaete *Euzonus* (Thoracophelia) *mucronata*. *Marine Biology* 35: 149-153.

SCHOEMAN, DS, M WHEELER & M WAIT. 2003. 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*, 58: 5-16.

- TOMAZELLI, L.J. & LA VILLWOCK. 1992. Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 19(1): 3-16.
- VIEIRA, H; AG NOVAES. 2004. A avaliação da segurança do trânsito, a base de risco adotada e o confounding. In: XXII Congressos Panamericanos de Ingeniería de Tráfico y transportes, 2004, Quito. Anais do XXII Congressos Panamericanos de Ingeniería de Tráfico y transportes. Quito. 125-126
- ZAR, J. 1999. Biostatistical analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 662p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que o presente estudo reflete o modo como distintos tipos de perturbações representam para a manutenção de uma população macrofaunal.

Para os experimentos de Pisoteio e Tráfego de Veículos, a migração vertical de *E. furciferus* revela um comportamento de percepção de distúrbios no epistrato do sedimento e posterior estratégia de fuga da espécie à essas perturbações.

O deslocamento no interior do substrato, observado nos dois experimentos, apesar de servir como fuga da espécie, estressa os indivíduos aumentando o percentual de mortalidade nos estratos inferiores após as perturbações.

O efeito dos Molhes da Barra de Rio Grande aliado a expansão do trecho de interferência humana até 21 quilômetros de extensão, durante os meses de verão, determina sérios prejuízos para o estabelecimento da população de *E. furciferus* neste trecho da Praia do Cassino.

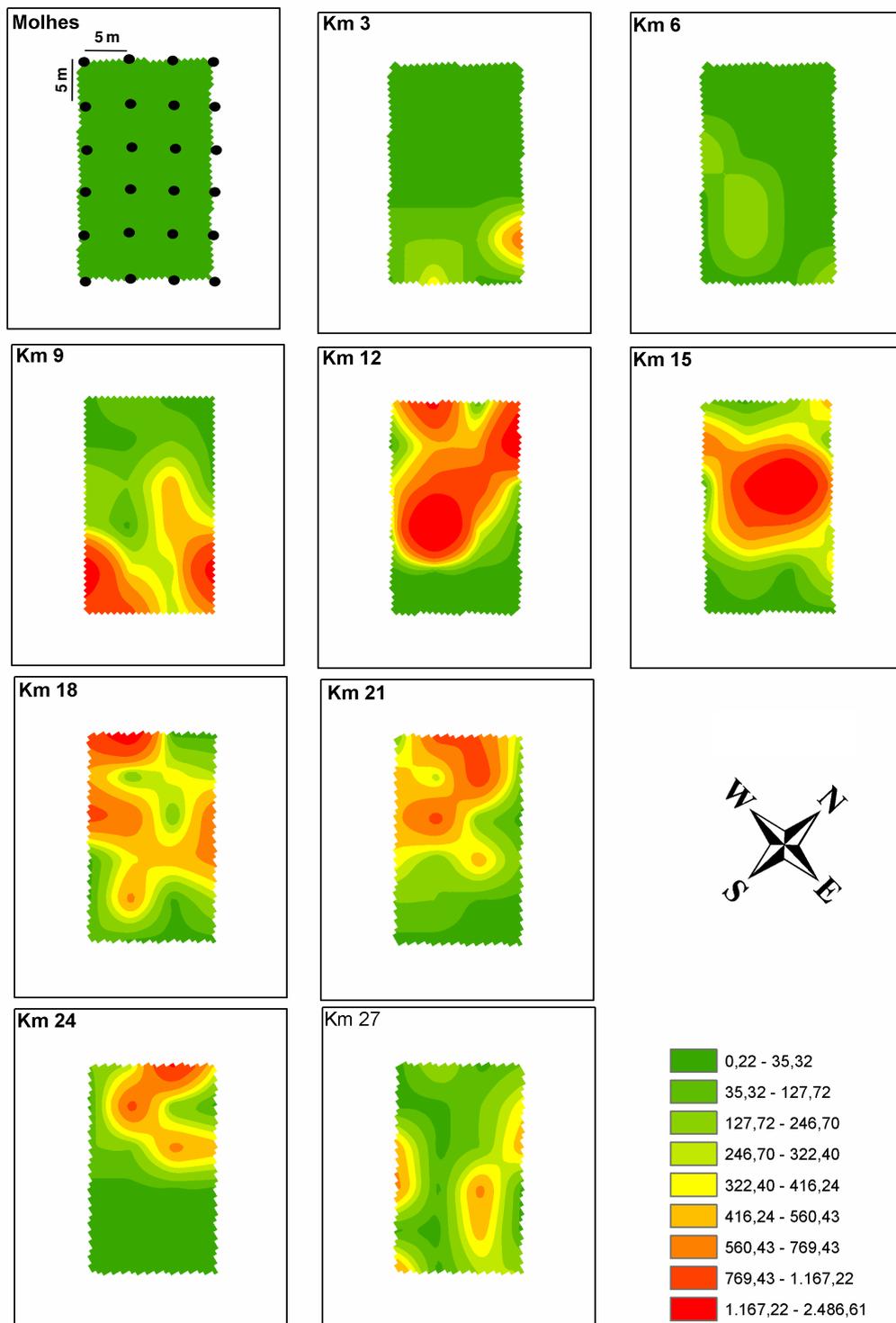
Diante de todos esse distúrbios, a dinâmica populacional de *E. furciferus* na Praia do Cassino pode, provavelmente, ser alterada à longo prazo, podendo ocorrer a ausência permanente desses organismos em maiores extensões do Balneário Cassino. A falta de estudo sobre a reprodução dessa espécie dificulta ainda mais o total entendimento das conseqüências de atividades impactantes na zona de mediolitoral da praia estudada.

Provavelmente, a interrupção do tráfego de veículos no sentido Sul do Balneário possa remediar os impactos observados sob a população de *E.*

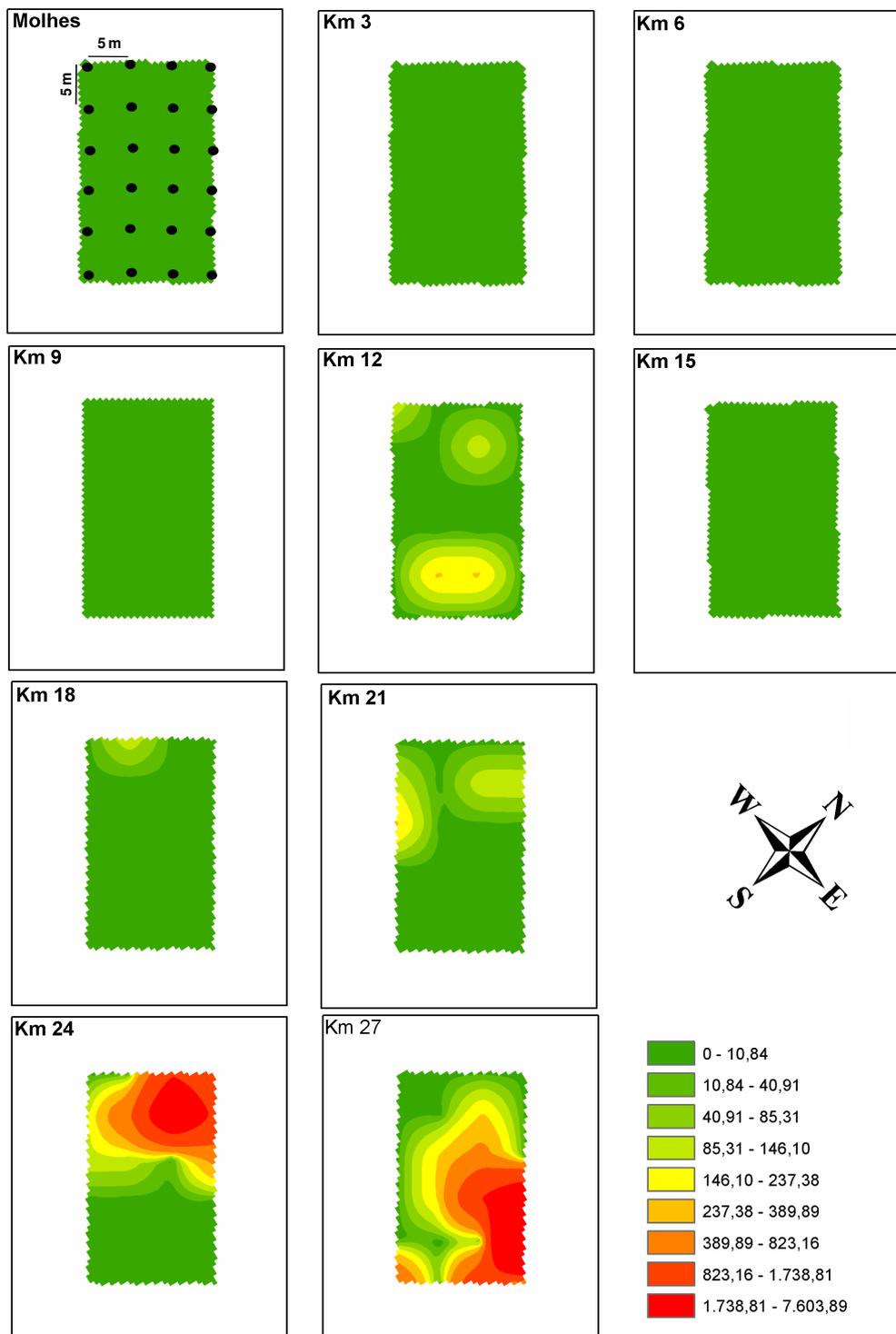
*furciferus* durante à temporada de Verão, facilitando a recomposição populacional com o passar dos anos. Além disso, outros animais, notadamente aves costeiras, poderão se beneficiar com essa medida visto que teriam o poliqueta como item alimentar garantido.

Por fim, o fato de possuir um baixo deslocamento horizontal no sentido duna-varrido destaca o poliqueta *Euzonus furciferus* como um bom indicador de impacto antrópico para praias arenosas.

**ANEXOS**



Anexo 1: Distribuição espacial de *Euzonus furciferus* ao longo dos locais de coleta da Praia do Cassino, durante a Primavera de 2007 (escala está em ind.m<sup>-2</sup>).



Anexo 2: Distribuição espacial de *Euzonus furciferus* ao longo dos locais de coleta da Praia do Cassino, durante o Verão de 2007 (escala está em ind.m<sup>-2</sup>).