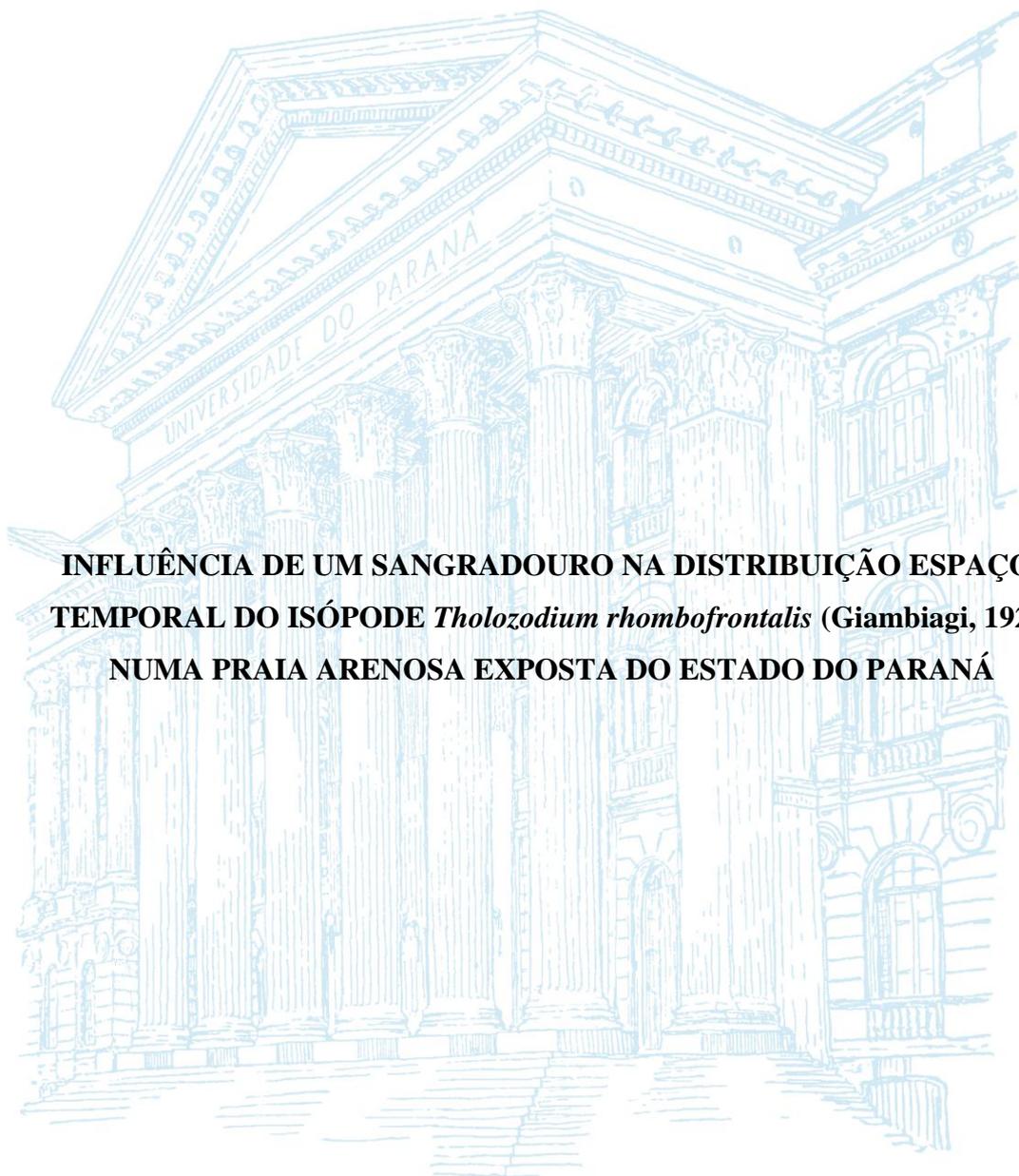


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA REGINA PINTO



**INFLUÊNCIA DE UM SANGRADOURO NA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-
TEMPORAL DO ISÓPODE *Tholozodium rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922)
NUMA PRAIA ARENOSA EXPOSTA DO ESTADO DO PARANÁ**

PONTAL DO PARANÁ

2017

LARISSA REGINA PINTO

**INFLUÊNCIA DE UM SANGRADOURO NA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-
TEMPORAL DO ISÓPODE *Tholozodium rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922)
NUMA PRAIA ARENOSA EXPOSTA DO ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, no curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone

PONTAL DO PARANÁ

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar
Caroline Felema dos Santos Rocha – CRB 9 - 003/16

P659i Pinto, Larissa Regina
Influência de um sangradouro na distribuição espaço-temporal do isópode *Tholozodium rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922) numa praia arenosa exposta do estado do Paraná. / Larissa Regina Pinto. - Pontal do Paraná, 2017.
54 f.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Sphaeromatidae. 2. Descarga de água doce. 3. Fatores ambientais. 4. Espécie eurialina. I. Título. II. Borzone, Carlos Alberto. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 595.372

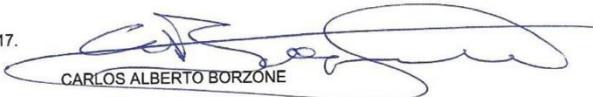


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS DA TERRA
Programa de Pós-Graduação SISTEMAS COSTEIROS E OCEÂNICOS

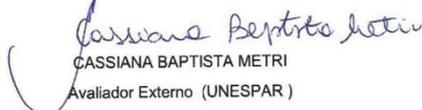
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em SISTEMAS COSTEIROS E OCEÂNICOS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LARISSA REGINA PINTO** intitulada: **INFLUÊNCIA DE UM SANGRADOIRO NA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇOTEMPORAL DO ISÓPODE *Thalozodium rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922) NUMA PRAIA ARENOSA EXPOSTA DO ESTADO DO PARANÁ**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Pontal do Paraná, 31 de Março de 2017.


CARLOS ALBERTO BORZONE
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


JOSE ROBERTO BOTELHO DE SOUZA
Avaliador Externo (UFPE)


CASSIANA BAPTISTA METRI
Avaliador Externo (UNESPAR)

Com todo o meu amor para Pedro Luiz Guicho da Silva. Eu amo você!

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone pela orientação e por todo o conhecimento transmitido durante esses dois anos. Obrigada pela atenção e paciência nas conversas e pela oportunidade de continuar minha trajetória no Laboratório de Ecologia de Praias Arenosas.

À Profa. Dra. Cassiana Baptista Metri e ao Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza por participarem da banca examinadora e pelas valiosas sugestões. À Dra. Jenyffer Vierheller Vieira pelas inestimáveis contribuições como membro suplente da banca examinadora.

À Dra. Ana Luiza Gandara-Martins, à Dra. Jenyffer Vierheller Vieira, ao Dr. Pablo Guilherme e à Me. Priscilla Lucena, meus eternos companheiros de laboratório. Obrigada pela amizade e por compartilharem comigo seus conhecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, em especial ao Prof. Dr. César de Castro Martins, à Profa. Dra. Renata Nagai e à Jully Teles. Parabéns pelo trabalho desenvolvido na coordenação e na secretaria do curso.

Aos professores, aos funcionários, à equipe de transporte e à equipe de limpeza. O Centro de Estudos do Mar/UFPR não seria nada sem vocês.

Aos meus avós maternos Luiz Guicho e Leonilza Marques Guicho (*in memoriam*). Tudo que sou também devo a vocês.

Aos meus pais Ana Emilia Guicho e Fábio da Silva, ao meu irmão Pedro, ao meu companheiro, namorado, marido, amigo Rafael Cargnelutti e à minha segunda família Osvaldo e Maria Cargnelutti. Obrigada por todo o amor, apoio e compreensão nesta longa jornada. Eu amo muito vocês. Esse título é nosso!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

A presença de descargas de água doce permanentes no ambiente praias promovem alterações em diferentes escalas espaciais e temporais sobre as características ambientais, e consequentemente sobre as populações macrobentônicas. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência espacial e temporal de um sangradouro permanente sobre a abundância, distribuição e estrutura da população do isópode *Tholozodium rhombofrontalis*. Para isso, os parâmetros ambientais e biológicos foram amostrados no balneário Barrancos, no estado do Paraná, em locais dentro, perto (30 m) e distante (150 m) do sangradouro. Doze amostras distribuídas em níveis equidistantes foram coletadas ao longo de cada um dos três transectos perpendiculares a linha d'água, durante as quatro estações dos anos de 2012 e de 2013. O balneário foi caracterizado como uma praia intermediária, composta de sedimentos finos e bem selecionados. No local sangradouro os perfis praias foram mais suaves e extensos, e o lençol freático mais raso e doce; no distante os perfis foram mais íngremes e curtos, e o lençol freático mais profundo e salino. O local intermediário apresentou características similares ao do sangradouro. O teor de umidade do sedimento foi maior no local sangradouro e menor no distante, sendo mais úmido em todas as estações do ano de 2013. Houve uma variabilidade espacial e temporal na abundância e distribuição do isópode, estando as maiores abundâncias nos locais intermediário e sangradouro, com picos nas estações primavera e verão, e sendo superiores no ano de 2013. Essas variações foram relacionadas à presença de águas salobras e altos valores de clorofila *a*. As características na estrutura populacional mostraram que a proporção de juvenis foi a maior dentre todas as classes, e manteve-se regular temporalmente, indicando um recrutamento contínuo. Os juvenis estiveram em menor presença no local sangradouro, apontando uma limitação da espécie ao ambiente límnico, e também nos níveis inferiores dos três locais, devido à reduzida tolerância a altas salinidades. As proporções de fêmeas adultas foram maiores nos locais distante e sangradouro, mantendo-se similares temporalmente, confirmando a estabilidade da população. A proporção de machos adultos foi baixa em todos os locais e durante todas as coletas, sendo maior nos locais distante e sangradouro. A baixa representatividade desta classe não afetou negativamente o estabelecimento da população. As fêmeas adultas ovíferas estiveram presentes em todos os locais e em todas as coletas, contudo, sempre em baixas proporções. As maiores proporções no inverno dos dois anos no local distante, e no inverno de 2012 nos locais intermediário e sangradouro, mostram uma preferência por uma estação mais fria para a reprodução. A presença de um sangradouro permanente proporcionou ao balneário características de ambiente estuarino, e assim, favoreceu o estabelecimento da população. Ambientes salobros são ideais para esta espécie eurialina, contudo, extremos de salinidade afetam negativamente a abundância, distribuição e estrutura da população.

Palavras-chave: Sphaeromatidae. Descarga de água doce. Fatores ambientais. Espécie eurialina.

ABSTRACT

The presence of permanent freshwater discharges in beach environment promotes changes in different spatial and temporal scales on the environmental characteristics, and consequently on macrobenthic populations. The objective of this study was to evaluate the spatial and temporal influence of a permanent washout on the abundance, distribution and structure of the population of the isopod *Tholozodium rhombofrontalis*. For this, the environmental and biological parameters were sampled in the Barrancos balneary, in the state of Paraná, in places inside, near (30 m) and distant (150 m) of the washout. Twelve samples distributed at equidistant levels were collected along each of the three transects perpendicular to the water line, during the four seasons of years 2012 and 2013. The balneary was characterized as an intermediate beach, composed of fine and well sorted sediments. At the washout site the beach profiles were smoother and longer, and the water table shallowed and fresh; in the distant the profiles were steeper and shorter, and the water table deeper and saline. The intermediate site presented characteristics similar to that of the washout. The moisture content of sediment was higher in the washout site and smaller in the distant, being wetter in all seasons of the year 2013. There was a spatial and temporal variability in the abundance and distribution of the isopod, being the greater abundances in the intermediate and washout sites, with peaks in the spring and summer seasons, and being higher in the year 2013. These variations were related to the presence of brackish water and high values of chlorophyll *a*. The characteristics in the population structure showed that the proportion of juveniles was the highest among all classes, and remained regularly temporally, indicating a continuous recruitment. The juveniles were less present in the washout site, indicating a limitation of the species to the limnic environment, and also in the inferior levels of the three sites, due to reduced tolerance to high salinities. The proportions of adult females were higher in the distant and washout sites, remaining similar temporally, confirming the population stability. The proportion of adult males was low at all sites and during all samplings, being higher at distant and washout sites. The low representativeness of this class did not negatively affect the establishment of the population. The adult ovigerous females were present in all sites and in all samplings, however, always in low proportions. The highest proportions in the winter of the two years at the distant site, and in the winter of 2012 at the intermediate and washout sites, show a preference for a colder season for reproduction. The presence of a permanent washout provided to the balneary characteristics of estuarine environment, and thus, favored the establishment of the population. Brackish environments are ideal for this euryhaline species, however, extremes of salinity negatively affect the abundance, distribution and structure of the population.

Key-words: Sphaeromatidae. Freshwater discharge. Environmental factors. Euryhaline specie.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa do Arco Praial de Praia de Leste na região central do litoral do Paraná, Brasil. Em destaque a localização do balneário Barrancos (25°S36'32,6", 48°O23'59,3").	18
Figura 2 – Esquema do delineamento amostral das coletas de dados ambientais e dados biológicos (as distâncias representadas na figura não são proporcionais). Locais: sangradouro (0 m), intermediário (30 m) e distante (150 m). Níveis: #-2 ao #9, sendo o nível #0 disposto na linha de detritos. Círculo vermelho representa a marcação da ré. Círculos pretos representam a coleta de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> . Círculos preto/branco no transecto central representam a coleta de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> e amostras de sedimento para as análises do tamanho médio do grão, do grau de seleção, da porcentagem de carbonatos, da porcentagem de matéria orgânica, do teor de umidade e da concentração de clorofila <i>a</i>	21
Figura 3 – Perfis topográficos ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013.....	24
Figura 4 - Perfis da profundidade do lençol freático ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013.....	25
Figura 5 – Média e erro padrão do tamanho médio do grão (A), do grau de seleção (B), do teor de umidade (C), da porcentagem de carbonatos (D) e da porcentagem de matéria orgânica (E) dos locais amostrados ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. Para o cálculo da média e do erro padrão foram utilizados os dados de todos os níveis.....	27
Figura 6 - Análise de Componentes Principais (ACP) dos dados ambientais. As setas representam a contribuição de cada variável ambiental na variância total das duas primeiras componentes. As variáveis ambientais utilizadas foram: elevação (m), profundidade do lençol freático (m), largura total da praia (m), declividade do perfil praial (°), estado morfodinâmico (Ω), tamanho médio do grão (mm), umidade (%), matéria orgânica (%), salinidade do lençol freático e concentração de clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/g}$). Os símbolos coloridos representam os locais: distante (losango marrom), intermediário (quadrado verde) e sangradouro (triângulo azul). As coletas estão identificadas como: verão de 2012 (12-V), outono de 2012 (12-O), inverno de 2012 (12-I), primavera de 2012 (12-P), verão de 2013 (13-V), outono de 2013 (13-O), inverno de 2013 (13-I) e primavera de 2013 (13-P).....	29

Figura 7 – Valores de salinidade do lençol freático coletados no transecto central ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013.	30
Figura 8 – Concentração de clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/g}$) coletada no transecto central ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013.	31
Figura 9 – Abundância total média de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (ind./0,05 m ²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A abundância total média foi calculada através da média dos três transectos dispostos em cada nível de cada local.	32
Figura 10 – Proporção de juvenis de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (% ind./0,05 m ²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: % juvenis = $(n/N)*100$, onde <i>n</i> representa o número de juvenis em cada nível e <i>N</i> o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em cada coleta.	34
Figura 11 – Proporção de fêmeas adultas de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (% ind./0,05 m ²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: % fêmeas adultas = $(n/N)*100$, onde <i>n</i> representa o número de fêmeas adultas em cada nível e <i>N</i> o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em cada coleta.	35
Figura 12 – Proporção de machos adultos de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (% ind./0,05 m ²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: % machos adultos = $(n/N)*100$, onde <i>n</i> representa o número de machos adultos em cada nível e <i>N</i> o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em cada coleta.	36
Figura 13 – Proporção de fêmeas adultas ovígeras de <i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (% ind./0,05 m ²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: % fêmeas adultas ovígeras = $(n/N)*100$, onde <i>n</i> representa o número de fêmeas adultas ovígeras em cada nível e <i>N</i> o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em cada coleta.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de largura total da praia, declividade do perfil topográfico e estado morfodinâmico dos locais amostrados ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. Parâmetros de Dean: $\Omega < 1$ - praias reflectivas, $1 \leq \Omega \leq 6$ - praias intermediárias e $\Omega > 6$ - praias dissipativas.	26
Tabela 2 - Resultados da ANOVA - multifatorial da abundância total de <i>Thalassiosira rhombofrontalis</i> , considerando os fatores: local (fixo, ortogonal, três níveis: “distante”, “intermediário” e “sangradouro”), nível (fixo, ortogonal, com doze níveis: “#-2” ao “#9”), estação (fixo, ortogonal, com quatro níveis: “verão”, “outono”, “inverno” e “primavera”), ano (aleatório, ortogonal, com dois níveis: “2012” e “2013”). Siglas: G.L. (Grau de Liberdade), Q.M. (Quadrado Médio), F (Valor de F), P (valor de P), n.s. (não significativo, $p > 0,05$).	33

SUMÁRIO

Introdução.....	14
Materiais e métodos.....	17
<i>Área de estudo</i>	17
<i>Coleta de dados</i>	18
<i>Coleta e processamento dos dados ambientais</i>	19
<i>Coleta e processamento dos dados biológicos</i>	20
<i>Análises estatísticas dos dados ambientais e biológicos</i>	21
Resultados.....	22
<i>Caracterização ambiental</i>	22
<i>Padrões de abundância, distribuição e estrutura da população de Tholozodium rhombofrontalis</i>	31
Discussão	37
Referências	45

1 **Influência de um sangradouro na distribuição espaço-temporal do isópode**
2 ***Tholozodium rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922) numa praia arenosa exposta do**
3 **estado do Paraná**

4
5 Influence of a washout in the spatio-temporal distribution of the isopod *Tholozodium*
6 *rhombofrontalis* (Giambiagi, 1922) in an exposed sandy beach from the state of Paraná

7
8 **Revista Pretendida:** Marine and Freshwater Research, ISSN (1323-1650), Fator de
9 Impacto (JCR, 2015) = 1.583, Qualis CAPES (Evento de classificação: 2014. Área de
10 avaliação: Biodiversidade) = Estrato A2.

11
12 Larissa Regina Pinto ^{A,B} e Carlos Alberto Borzone ^A

13
14 ^A Laboratório de Ecologia de Praias Arenosas, Centro de Estudos do Mar, Universidade
15 Federal do Paraná. Caixa Postal 61, CEP 83255-976, Pontal do Paraná - PR, Brasil.

16 ^B Autor correspondente. E-mail: larissa.regina@ufpr.br

17
18 **Palavras-chave:** Sphaeromatidae, descarga de água doce, fatores ambientais, espécie
19 eurihalina.

20 **Keywords:** Sphaeromatidae, freshwater discharge, environmental factors, euryhaline
21 specie.

22 **Introdução**

23 As praias arenosas são um dos sistemas entremarés mais extensos e dinâmicos em
24 todo o mundo (Short 1999) e abrigam uma biota diversificada e especializada (Defeo e
25 McLachlan 2005). Esse ecossistema fornece serviços ecológicos únicos, filtram grandes
26 volumes de água do mar (McLachlan 1989), reciclam nutrientes (McLachlan *et al.* 1985),
27 sustentam a pesca costeira e fornecem habitats críticos como sítios de nidificação e de
28 forrageamento de espécies ameaçadas de extinção, como aves (Burger e Gochfeld 1991) e
29 tartarugas (Rumbold *et al.* 2001). Entretanto, apesar de populares como locais de turismo e
30 de lazer, as praias arenosas são ignoradas como ecossistemas costeiros (Schlacher *et al.*
31 2007; Dugan *et al.* 2010), sendo raramente consideradas em iniciativas de conservação, e
32 geralmente mal geridas (McLachlan e Burns 1992; La Cock e Burkinshaw 1996).

33 Embora exibam um aspecto homogêneo, as praias arenosas são caracterizadas por
34 gradientes ambientais transversais e paralelos à linha de costa (Souza 1991), influenciados
35 por um conjunto de fatores físicos, tais como amplitude de maré, altura e período das
36 ondas, regime de ventos e tamanho de grão, que interagem e resultam em constantes
37 mudanças nos seus padrões hidrodinâmicos e deposicionais (Brown e McLachlan 1990;
38 Short 1999). As populações macrobentônicas de praias arenosas apresentam padrões
39 dinâmicos na abundância, na estrutura etária e/ou de tamanho, na estrutura genética, na
40 reprodução e no potencial de recrutamento (Suchanek 1993) em distintas escalas espaciais,
41 geralmente resultantes de gradientes físicos e alterações no ambiente praiial (McLachlan
42 1996; Dugan e McLachlan 1999; Lercari e Defeo 2006) e temporais, ocasionadas pelas
43 variações sazonais (Brazeiro e Defeo 1996).

44 Diversos estudos conduzidos em praias arenosas buscaram associar fatores
45 abióticos com as variações espaciais e temporais da abundância, distribuição e estrutura
46 das populações macrobentônicas (Jaramillo e McLachlan 1993; McLachlan *et al.* 1995;
47 Borzone *et al.* 1998; Jaramillo *et al.* 2000; Defeo *et al.* 2001; Defeo e Cardoso 2002; Defeo
48 e Martinez 2003; Nardi *et al.* 2003; Borzone *et al.* 2007). Desta maneira, as descargas de
49 água doce têm sido evidenciadas como fortes modificadoras de praias arenosas, afetando
50 os regimes de nutrientes e também as características do habitat e da biota residente, devido
51 à formação de gradientes de salinidade (Lercari *et al.* 2002; Schoeman e Richardson 2002;
52 Gandara-Martins *et al.* 2015).

53 Estas descargas de água doce na praia podem ocorrer através de rios ou canais de
54 drenagem artificiais, e também através de sangradouros, que são definidos como canais de
55 drenagem natural da água resultante do acúmulo pluviométrico na região do pós-dunas e
56 que irrompem no ambiente praial (Pereira da Silva 1998). O nível do lençol freático
57 também contribui para a erosão e para o aparecimento de canais de escoamento das regiões
58 úmidas do pós-praia em direção à costa, sendo um fator determinante para o abastecimento
59 de água do sangradouro (Figueiredo *et al.* 2007). Embora originalmente descrito na costa
60 sul do Brasil, os sangradouros estão presentes em outras regiões brasileiras e em países
61 como Austrália, Estados Unidos, Espanha, México e Uruguai (Gandara-Martins *et al.*
62 2015).

63 De acordo com a sua duração na praia, estes sangradouros podem ser classificados
64 como permanentes, intermitentes ou efêmeros. Os sangradouros permanentes apresentam
65 fluxo d'água em direção à costa durante o ano todo, podendo, contudo, apresentar
66 variações de fluxo de formas sazonais e interanuais. Os sangradouros intermitentes
67 caracterizam-se por apresentar fluxo d'água constante em determinados períodos do ano,
68 estando seu surgimento e extinção subordinados aos fatores climáticos sazonais e a eventos
69 meteorológicos intensos. Os sangradouros efêmeros originam-se durante e após
70 precipitações pluviométricas de grande intensidade, permanecendo abertos durante curto
71 espaço de tempo, enquanto for necessária a drenagem do excesso de água acumulado na
72 região de pós-dunas frontais (Pereira da Silva 1998).

73 A maioria dos estudos sobre a influência das entradas de água doce no ambiente
74 praial e na macrofauna bentônica tratam de rios (Cisneros *et al.* 2011) e canais artificiais de
75 drenagem. Estudos documentaram o impacto da flutuação da salinidade em espécies
76 características da praia, como os crustáceos *Excirrolana armata*, que apresentou alta
77 tolerância a condições estuarinas (Lozoya e Defeo 2006; Lozoya *et al.* 2010) e *Emerita*
78 *brasiliensis*, que apresentou um aumento na abundância de machos, fêmeas, fêmeas
79 ovíferas e juvenis com a distância do canal de drenagem artificial (Lercari e Defeo 1999).
80 Já com sangradouros foram realizados dois trabalhos no Rio Grande do Sul, o primeiro
81 voltado para o estudo da população de *Scolecopsis gaucha*, no qual o autor concluiu que a
82 erosão resultante da presença do sangradouro foi o principal fator de controle das taxas de
83 recrutamento e mortalidade dessa espécie (Santos 1991) e o segundo, uma análise da
84 influência dos sangradouros sobre o macrozoobentos, evidenciando os efeitos negativos da
85 descarga de água doce sobre a composição e estrutura do macrozoobentos, ressaltando,

86 porém, elevadas abundâncias do isópode *Excirolana armata* associadas ao sangradouro
87 (Pinotti 2014).

88 Gandara-Martins *et al.* (2015) realizaram uma única coleta no litoral do estado do
89 Paraná com o objetivo de identificar os efeitos espaciais de um sangradouro sobre o
90 zoneamento e a abundância da macrofauna bentônica. Os autores observaram que a
91 morfologia da praia e a salinidade do lençol freático foram afetadas pelo sangradouro,
92 resultando em alterações no padrão de zoneamento da macrofauna e dos descritores da
93 comunidade. A macrofauna bentônica mostrou um zoneamento típico de praias arenosas
94 apenas nos locais mais distantes do sangradouro e somente os isópodes *Excirolana armata*
95 e *Tholozodium rhombofrontalis* foram dominantes dentro e perto do sangradouro.

96 Nas praias arenosas os crustáceos são considerados os organismos mais frequentes,
97 pois suportam melhor o impacto das ondas e apresentam maior mobilidade e habilidade
98 para se enterrarem no sedimento (Nybakken 1993). Dentre eles, os peracáridos são os mais
99 abundantes, especialmente isópodes, anfípodes e misidáceos (McLachlan e Brown 2006).
100 Cerca de metade de todas as espécies de isópodes vivem no ambiente terrestre e a outra
101 metade no meio aquático, sendo que aproximadamente 6.250 espécies aquáticas são
102 marinhas e 500 espécies estão associadas com água doce (Boyko *et al.* 2012; Poore e
103 Bruce 2012; Williams e Boyko 2012; Boyko *et al.* 2013; Wetzler *et al.* 2013; Smit *et al.*
104 2014).

105 A família Sphaeromatidae, a qual pertence *Tholozodium rhombofrontalis*, mostra
106 uma grande resistência a mudanças de salinidade, pela sua adaptação a variados biótopos
107 de caráter polihalino, mesohalino e também semiterrestres (Loyola e Silva 1960). Em
108 específico, o isópode *Tholozodium rhombofrontalis* foi descrito por Giambiagi (1922) em
109 praias de águas salobras e solo constituído de areia e silte do rio Quequén, Argentina. Ao
110 longo do Rio de la Plata, este isópode foi encontrado em solos arenosos e salinidades muito
111 oscilantes, desde águas doces a salobras, sendo então classificado como uma espécie
112 estuarina (Boschi 1988; Darrigran e Rioja 1988; Taberner 1988; Wells e Daborn 1998;
113 César *et al.* 2000). A dieta de *Tholozodium rhombofrontalis* ainda não é totalmente
114 conhecida, no entanto, Eleftheriou *et al.* (1980) em um trabalho em praias arenosas da
115 Índia determinaram através de análises do conteúdo estomacal que a espécie *Tholozodium*
116 *ocellatum* apresenta uma dieta herbívora e provavelmente onívora, baseada em partículas
117 orgânicas depositadas nas partes superiores da praia.

118 No Brasil, a espécie foi relatada através de um único exemplar macho proveniente
119 da Ilha do Mel, Paraná, coletado em um riacho de água salobra, entre restos de vegetais
120 (Loyola e Silva 1960). O primeiro registro de *Tholozodium rhombofrontalis* em praias
121 arenosas expostas foi o de Souza (1991) no litoral do estado do Paraná, onde o autor
122 associa a maior ocorrência deste isópode com a presença de uma euglenófito abundante no
123 sedimento e com a proximidade do estuário de Paranaguá. Posteriormente, ocorrências
124 desta espécie no litoral brasileiro foram relatadas tanto em locais de água doce (Pires 1982;
125 Varoli 1990; Würdig e Dornelles da Silva 1990; Ozorio 1993; Flynn *et al.* 1996; Flynn *et*
126 *al.* 1998; Campello 2006; Esposito *et al.* 2006; Macedo *et al.* 2007; Yamagata *et al.* 2007;
127 Felix *et al.* 2015), como em praias estuarinas (Borzzone *et al.* 1996; Borzzone *et al.* 2003;
128 Cardoso 2006; Rosa 2009) quanto em praias oceânicas (Souza e Gianuca 1995; Borzzone e
129 Souza 1997; Cochôa *et al.* 2006; Vieira *et al.* 2012; Gandara-Martins *et al.* 2015).

130 Até o presente momento não se tem conhecimento sobre a estrutura populacional
131 desta espécie de isópode, sendo assim, é incerto se a ocorrência em tão variados ambientes
132 corresponde apenas a registros pontuais e de poucos exemplares ou a populações bem
133 estabelecidas. Os sangradouros representam um excelente local para determinar a relação
134 das espécies da praia oceânica com o ambiente límico. Portanto, este estudo tem como
135 objetivo analisar a influência de um sangradouro permanente sobre os padrões de
136 abundância, distribuição e estrutura da população de *Tholozodium rhombofrontalis*, bem
137 como o comportamento sazonal e interanual destes padrões. O trabalho baseia-se na
138 hipótese espacial de que a abundância, distribuição e estrutura da população apresentam
139 variações entre os locais dentro, perto e distante de um sangradouro permanente, e também
140 na hipótese temporal de que as variações espaciais na abundância, distribuição e estrutura
141 da população permanecem ao longo das estações do ano e de um ano para outro.

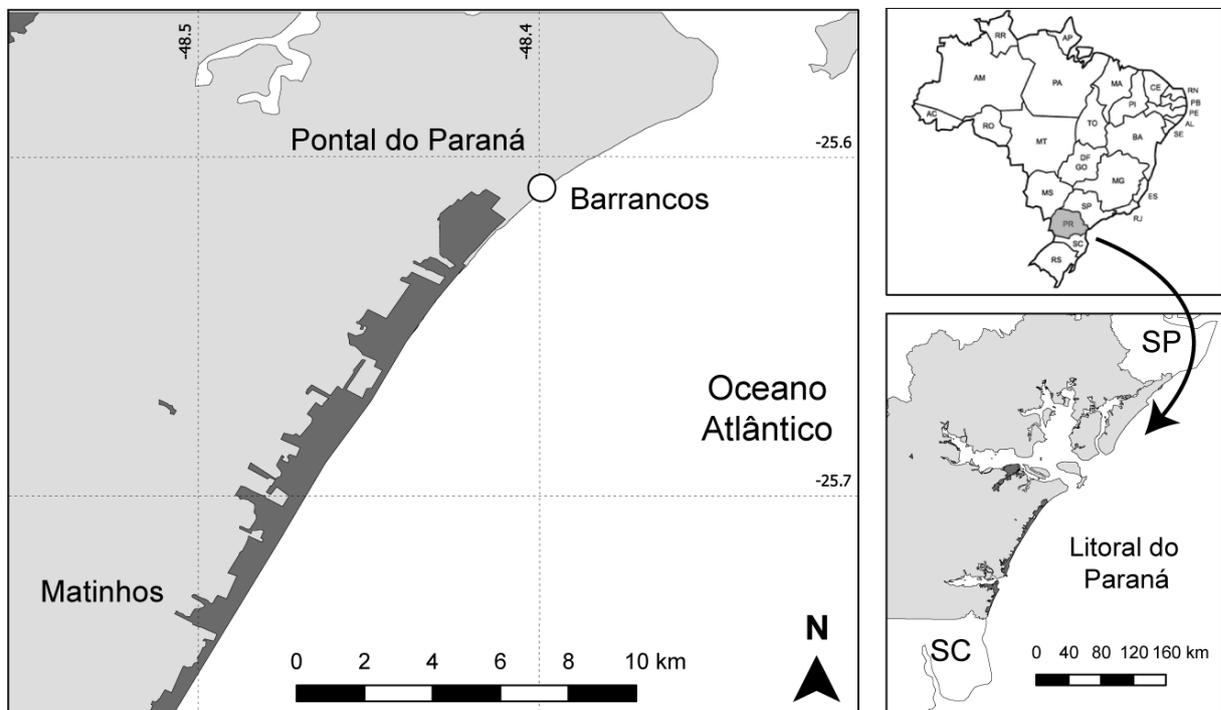
142 **Materiais e métodos**

143 *Área de estudo*

144 O balneário Barrancos possui 3,1 km de extensão e está localizado à cerca de 8 km
145 da desembocadura da Baía de Paranaguá, fazendo parte de uma faixa de 30 km de praia
146 ininterrupta (Souza e Gianuca 1995), conhecida como Planície de Praia de Leste (Borzzone
147 *et al.* 1996) (Figura 1). Essa região é caracterizada por praias compostas por areia
148 quartzosa, de granulometria fina a média, bem selecionada, com declividades variando
149 entre 1° e 5° e com formação de um ou dois bancos de espraiamento em média (Angulo *et*

150 *al.* 2009). Souza e Gianuca (1995) classificaram Barrancos como uma praia de estado
151 modal dissipativo ($\Omega = 8,2$).

152 A definição do limite de influência significativa da desembocadura do estuário
153 pode ser inferida a partir de mudanças na orientação dos cordões litorâneos e na
154 morfologia da planície adjacente, contudo essa influência pode variar espacial e
155 temporalmente (Angulo e Araújo 1996). Segundo Borzone e Souza (1997) o balneário de
156 Barrancos está livre da influência do delta de vazante do estuário. Contudo, próximo ao
157 balneário encontramos o sangradouro de Barrancos, o qual apresenta um fluxo constante
158 de água doce, sendo definido como sangradouro permanente, apresentando, no entanto,
159 algumas variações sazonais e interanuais de fluxo (Gandara-Martins *et al.* 2015).



160

161 Figura 1- Mapa do Arco Praial de Praia de Leste na região central do litoral do Paraná,
162 Brasil. Em destaque a localização do balneário Barrancos (25°S36'32,6", 48°O23'59,3").

163 *Coleta de dados*

164 As coletas foram realizadas com frequência sazonal nos dias 09.02 (verão), 08.05
165 (outono), 02.08 (inverno) e 31.10 (primavera) de 2012 e nos dias 08.02 (verão), 24.05
166 (outono), 08.08 (inverno) e 14.11 (primavera) de 2013, sempre em maré baixa de sizígia.

167 Ao longo da praia foram selecionados três locais de coleta denominados de:
168 sangradouro (dentro do sangradouro), intermediário (a 30 metros de distância do

169 sangradouro) e distante (a 150 m de distância do sangradouro), sendo os mesmos fixados a
170 cada coleta. Em cada local foram dispostos três transectos distanciados em 3 m, sendo
171 posicionados, em cada transecto, doze níveis equidistantes (#-2 ao #9) desde a base das
172 dunas primárias até a marca da última maré baixa. O nível #0, que marca a linha de
173 deposição de detritos, e um ponto fixo de referência (ré) foram georreferenciados em todas
174 as coletas (Figura 2).

175 *Coleta e processamento dos dados ambientais*

176 Para a caracterização topográfica dos três locais amostrados ao longo das oito
177 coletas foi medido o perfil praiial com auxílio de um nível de precisão e de uma régua
178 graduada. A distância em metros entre os níveis foi medida com uma trena, fornecendo
179 também a largura total da praia. Com os dados de elevação e largura da praia pode-se
180 calcular a declividade, expressa em graus ($^{\circ}$), através da fórmula: Arco Seno ((Elevação
181 máxima – Elevação mínima)/(Largura máxima – Largura mínima))*180/PI().

182 Para a cálculo do estado morfodinâmico dos três locais foram observados em
183 campo os dados do regime de ondas incidentes. A altura de quebra da onda foi estimada
184 com o uso de uma régua graduada alinhada com o horizonte e o período de onda foi
185 medido com o auxílio de um cronômetro, com o tempo de passagem de onze cristas
186 consecutivas dividido por dez. O estado morfodinâmico foi calculado segundo o parâmetro
187 ômega (Ω), o qual foi desenvolvido por Dean (1973) e adaptado por Wright e Short
188 (1984): $\text{Altura da onda}/(\text{Período da onda} \times \text{Velocidade de decantação})$. Valores de $\Omega < 1$
189 caracterizam praias reflectivas, as praias intermediárias ocorrem no intervalo de $1 \leq \Omega \leq 6$
190 e valores de $\Omega > 6$ configuram as praias dissipativas (Short 2003).

191 A medição da profundidade e da salinidade do lençol freático foi realizada no
192 transecto central e em cada nível de cada local, com auxílio de uma régua e de um
193 refratômetro portátil, respectivamente, após a escavação do sedimento até atingir a água
194 subterrânea.

195 A fim de se obter a caracterização sedimentológica da área de estudo foi tomada
196 uma amostra de sedimento no transecto central e em cada nível de cada local, para análise
197 do tamanho médio do grão, do grau de seleção, do teor de umidade, da porcentagem de
198 carbonatos e da porcentagem de matéria orgânica (Figura 2).

199 O tamanho médio do grão, o grau de seleção, a porcentagem de carbonatos e a
200 porcentagem de matéria orgânica foram determinados como descrito em Gandara-Martins

201 *et al.* (2015). O tamanho médio do grão, expresso em milímetros (mm), foi determinado
202 seguindo a escala de Wentworth (1922) e o grau de seleção, expresso em phi (ϕ), pela
203 escala proposta por Folk e Ward (1957).

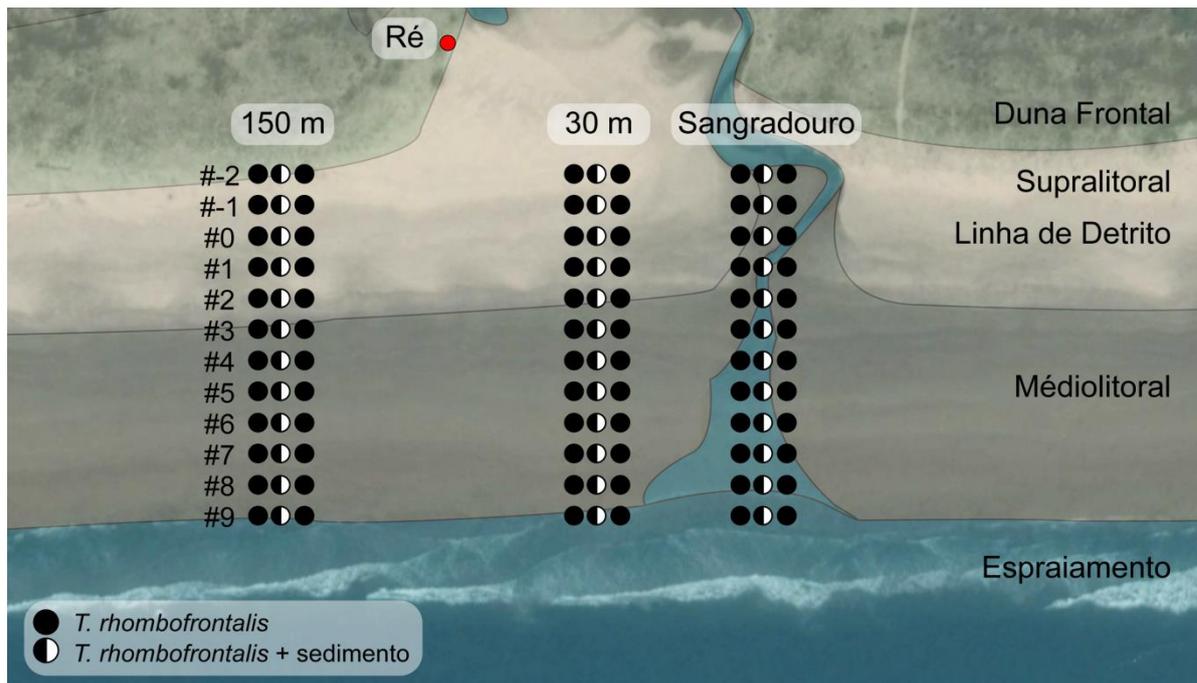
204 No laboratório de Ecologia de Praias Arenosas (CEM/UFPR) as amostras de
205 sedimento para o cálculo do teor de umidade (%U) foram pesadas antes e depois de
206 permanecerem na estufa a 60° C por um período de 24 horas para obtenção dos pesos das
207 amostras úmidas (PU) e secas (PS), a partir da fórmula: $\%U = ((PU-PS) * 100) / PU$.

208 Para quantificar a concentração de clorofila *a*, expressa em $\mu\text{g/g}$, foi coletada uma
209 amostra do sedimento superficial no transecto central e em cada nível de cada local (Figura
210 2). As amostras foram cobertas com papel alumínio, colocadas em sacos plásticos escuros
211 e armazenadas em uma caixa de isopor. No laboratório de Biogeoquímica Marinha
212 (CEM/UFPR) as amostras foram processadas seguindo a metodologia descrita por
213 Strickland e Parsons (1972).

214 *Coleta e processamento dos dados biológicos*

215 Para as coletas de *Thalassiodromus rhomboidalis* foram tomadas amostras nos três
216 transectos e em cada nível de cada local, com auxílio de um amostrador de ferro de 25 cm
217 de diâmetro enterrado no sedimento a 20 cm de profundidade (Figura 2). Cada volume de
218 sedimento foi posteriormente transferido para um saco feito com uma malha de 0,5 mm,
219 lavado *in situ* a fim de retirar as partículas menores de sedimento, e o material retido
220 acondicionado em um saco plástico devidamente identificado e por fim fixado em
221 formalina 10%. No laboratório de Ecologia de Praias Arenosas (CEM/UFPR) as amostras
222 foram novamente lavadas em uma peneira de 0,5 mm e triadas com ajuda de um
223 estereomicroscópio. Os organismos obtidos em cada amostra foram contabilizados e
224 armazenados em microtubos tipo Eppendorf e conservados em álcool 70%.

225 Devido ao grande número de indivíduos amostrados, para as análises da estrutura
226 da população foram tomadas subamostras do material obtido no transecto central de cada
227 local, em uma escala de no máximo cem indivíduos por nível, resultando na medição e
228 classificação de aproximadamente dez mil indivíduos no total do estudo. Os organismos
229 foram medidos (comprimento e largura) e classificados pelo sexo e pelo estágio de
230 desenvolvimento (juvenil, fêmea adulta, macho adulto e fêmea adulta ovígera) conforme
231 descrito por Pires (1982) e Taberner (1988).



232

233 Figura 2 – Esquema do delineamento amostral das coletas de dados ambientais e dados
 234 biológicos (as distâncias representadas na figura não são proporcionais). Locais:
 235 sangradouro (0 m), intermediário (30 m) e distante (150 m). Níveis: #-2 ao #9, sendo o
 236 nível #0 disposto na linha de detritos. Círculo vermelho representa a marcação da ré.
 237 Círculos pretos representam a coleta de *Tholozodium rhombofrontalis*. Círculos
 238 preto/branco no transecto central representam a coleta de *Tholozodium rhombofrontalis* e
 239 amostras de sedimento para as análises do tamanho médio do grão, do grau de seleção, da
 240 porcentagem de carbonatos, da porcentagem de matéria orgânica, do teor de umidade e da
 241 concentração de clorofila *a*.

242 *Análises estatísticas dos dados ambientais e biológicos*

243 A fim de identificar quais os parâmetros que determinam as características
 244 ambientais de cada local e sua relação temporal foi realizada uma Análise de Componentes
 245 Principais (ACP) (Valentin 2000) com os valores médios padronizados da elevação (m),
 246 profundidade do lençol freático (m), largura total da praia (m), declividade do perfil praial
 247 ($^{\circ}$), estado morfodinâmico (Ω), tamanho médio do grão (mm), umidade (%), matéria
 248 orgânica (%), salinidade do lençol freático e concentração de clorofila *a* ($\mu\text{g/g}$). Os dados
 249 de grau de seleção (ϕ) e carbonatos (%) não foram utilizados nesta análise devido à alta
 250 colinearidade com outros parâmetros.

251 Com auxílio de *softwares* de georreferenciamento foram gerados mapas através do
 252 método de interpolação “krigagem” (Cressie 1990) para visualizar os padrões espaciais e

253 temporais da salinidade do lençol freático e da concentração da biomassa
254 microfitobentônica disponível no sedimento. Estes parâmetros foram considerados
255 determinantes da abundância, distribuição e estrutura da população de *Tholozodium*
256 *rhombofrontalis*, que também foi analisada através de mapas de georreferenciamento.

257 Foi adotada a Análise de Variância multifatorial (ANOVA - multifatorial)
258 (Underwood 1997) para identificar diferenças espaciais e temporais na abundância total
259 média da população. A homocedasticidade e a normalidade dos dados foram verificadas,
260 respectivamente, pelos testes de Levene e de Shapiro-Wilk. Os dados foram transformados
261 em $\log(x+1)$ para atenderem aos pressupostos da ANOVA. O modelo linear incluiu os
262 seguintes fatores: local (fixo, ortogonal, três níveis: “distante”, “intermediário” e
263 “sangradouro”), nível (fixo, ortogonal, com doze níveis: “#-2” ao “#9”), estação (fixo,
264 ortogonal, com quatro níveis: “verão”, “outono”, “inverno” e “primavera”), ano (aleatório,
265 ortogonal, com dois níveis: “2012” e “2013”) e as interações entre os fatores. Foram feitos
266 testes *post-hoc*, de Student-Newman-Keuls (teste SNK), quando diferenças significativas
267 foram detectadas após a realização da ANOVA ($p < 0,05$). As análises foram realizadas
268 com a utilização do *software* R Studio, com auxílio do pacote GAD (Sandrini-Neto e
269 Camargo 2011).

270 **Resultados**

271 *Caracterização ambiental*

272 Os perfis topográficos apresentaram claras diferenças entre os locais, as quais
273 permaneceram ao longo do tempo. O local distante exibiu os perfis mais estreitos e mais
274 íngremes (Figura 3), com valores médios de 107,2 m de largura e 1,3° de declividade
275 (Tabela 1). No entanto, o lençol freático no local distante mostrou-se mais profundo que
276 nos demais locais, com exceção do verão de 2013 (Figura 4).

277 O local intermediário apresentou perfis mais extensos e menos íngremes que os do
278 distante e, na maioria das coletas, menores e mais inclinados que os do sangradouro
279 (Figura 3), onde a largura média foi de 136,6 m e a declividade média de 0,8° (Tabela 1).
280 A profundidade do lençol freático neste local exibiu perfis intermediários em relação ao
281 distante e ao sangradouro (Figura 4).

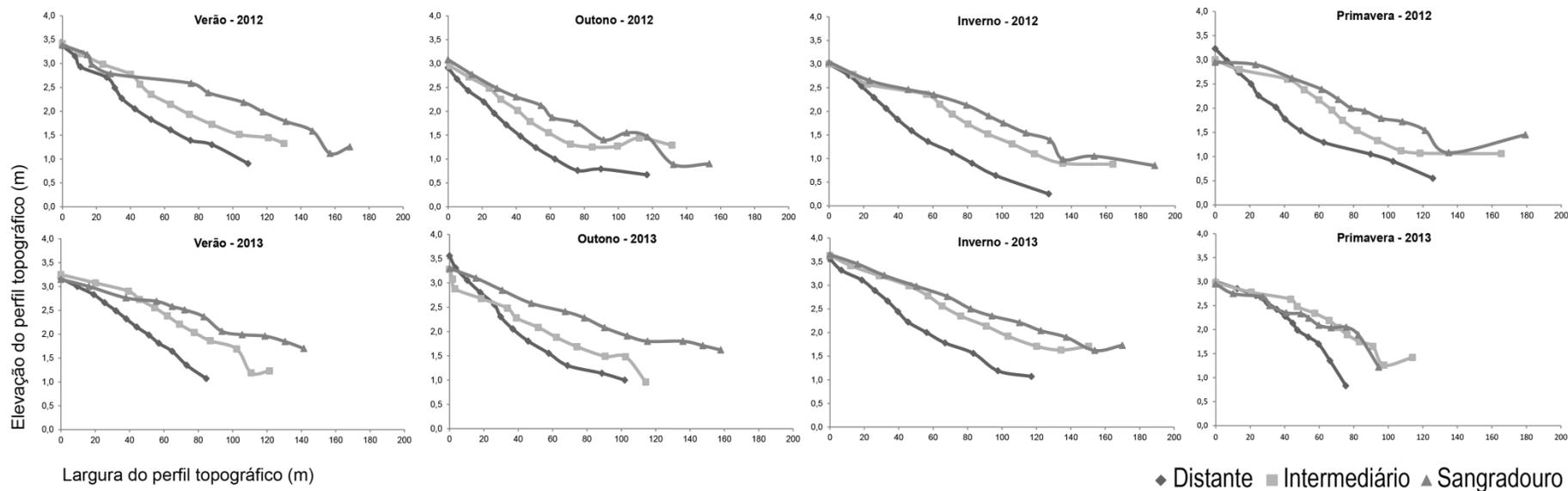
282 O local sangradouro mostrou os perfis mais extensos e mais suaves em todas as
283 estações durante os dois anos (Figura 3), com médias de 156,6 m de largura total da praia e

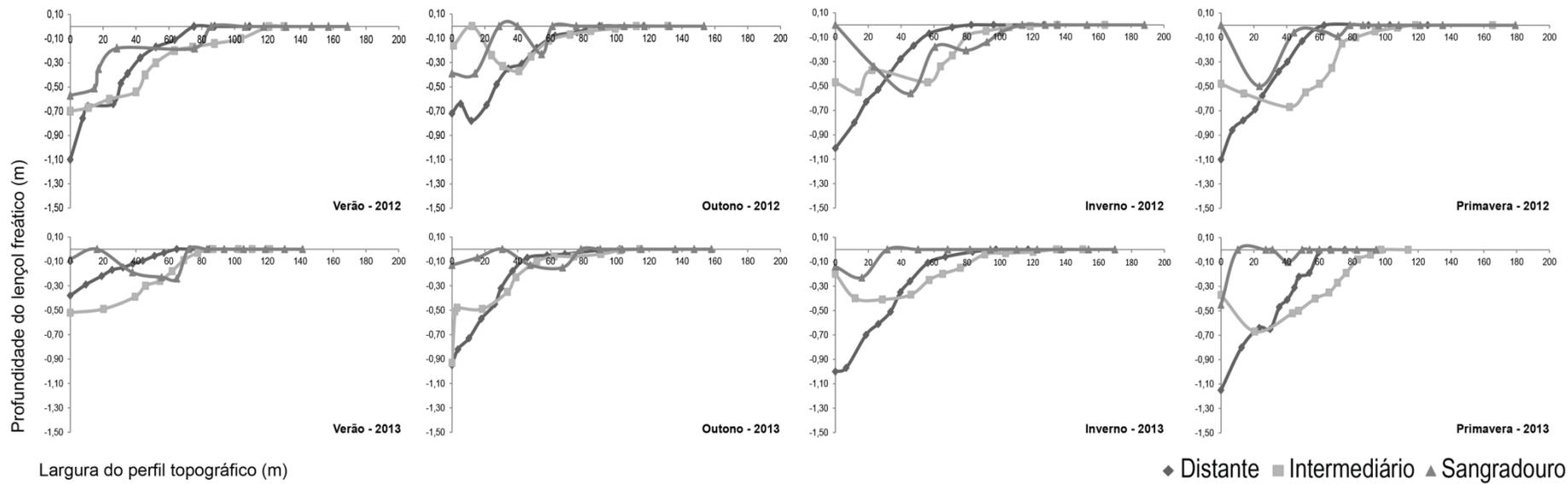
284 0,6° de declividade (Tabela 1). Concomitantemente, o lençol freático no sangradouro
285 apresentou o perfil mais raso quando comparado aos demais locais, acompanhando o perfil
286 praias em grande parte da sua extensão (Figura 4).

287 Todos os perfis topográficos amostrados apresentaram estados morfodinâmicos
288 intermediários, com exceção do verão de 2013, onde houve um registro de estado
289 morfodinâmico dissipativo nos locais intermediário e sangradouro (Tabela 1).

290 Com relação às características sedimentológicas, o sedimento foi classificado como
291 areia fina (Figura 5-A) e bem selecionado (Figura 5-B) em todos os locais durante todas as
292 estações dos dois anos. O teor de umidade apresentado no local distante é o menor dentre
293 todos os locais, sendo o sangradouro o local mais úmido em grande parte das estações dos
294 dois anos. O verão de 2013 mostrou-se atípico comparado às demais estações dos dois
295 anos, onde o valor do teor de umidade no local distante supera os valores dos locais
296 sangradouro e intermediário. Nota-se também que os valores do teor de umidade são, em
297 grande parte, maiores em todos os locais e em todas as estações do ano de 2013 (Figura 5–
298 C).

299 Observa-se que no ano de 2012 houve uma variação sazonal na porcentagem de
300 carbonatos, onde a mesma foi maior no verão e gradativamente menor no outono, no
301 inverno e por fim na primavera. Esta variação também esteve presente espacialmente no
302 ano de 2012, apresentando notáveis diferenças nas porcentagens de carbonatos entre os
303 locais, sendo o sangradouro o local com menor porcentagem de carbonatos e o distante o
304 local com maior concentração. No entanto, no ano de 2013 a porcentagem de carbonatos
305 não diferiu muito entre as estações e entre os locais de coleta, mostrando uma maior
306 homogeneidade espacial e sazonal (Figura 5–D). Assim como ocorreu com a porcentagem
307 de carbonatos, houve uma clara segregação espacial e sazonal na porcentagem de matéria
308 orgânica no ano de 2012, principalmente nas estações outono e inverno, já o verão e a
309 primavera apresentaram maior similaridade entre si e entre os locais. Contudo, em 2013 a
310 porcentagem de matéria orgânica permaneceu similar entre os locais e as estações, tendo a
311 maior parte das estações e dos locais valores menores que os do ano de 2012 (Figura 5- E).



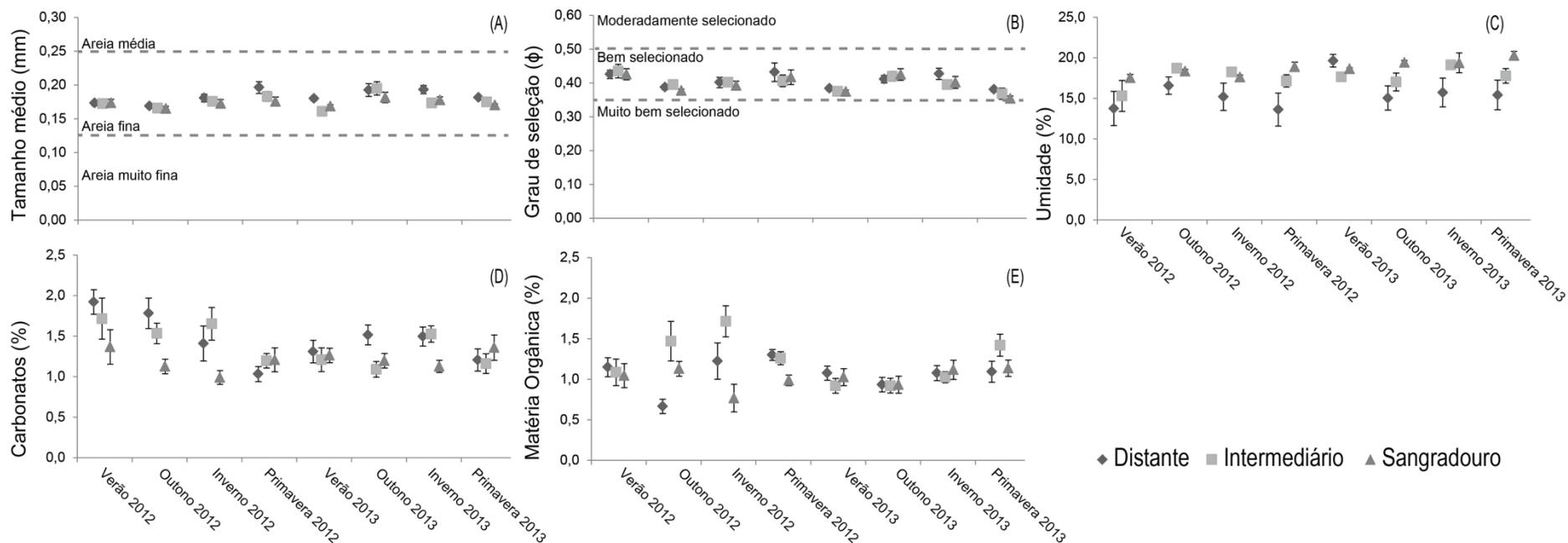


315 Figura 4 - Perfis da profundidade do lençol freático ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de
 316 2012 e de 2013.

317 Tabela 1 – Valores de largura total da praia, declividade do perfil topográfico e estado morfodinâmico dos locais amostrados ao longo das oito
 318 coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. Parâmetros de Dean: $\Omega < 1$ - praias reflectivas, $1 \leq \Omega \leq$
 319 6 - praias intermediárias e $\Omega > 6$ - praias dissipativas.

Estação e Ano	Largura total da praia (m)			Declividade (°)			Parâmetro de Dean (Ω)		
	Distante	Intermediário	Sangradouro	Distante	Intermediário	Sangradouro	Distante	Intermediário	Sangradouro
Verão/2012	109,10	130,10	168,70	1,29	0,92	0,72	3,29	3,17	3,07
Outono/2012	116,80	131,40	153,40	1,10	0,72	0,81	3,25	3,02	2,91
Inverno/2012	126,90	164,00	188,20	1,24	0,74	0,67	3,96	4,09	4,31
Primavera/2012	125,80	165,30	179,20	1,22	0,67	0,48	1,78	1,97	2,20
Verão/2013	84,60	121,40	141,40	1,42	0,95	0,59	4,81	6,18	6,06
Outono/2013	102,00	114,20	157,90	1,44	1,16	0,61	3,17	3,55	4,06
Inverno/2013	117,10	150,40	169,90	1,22	0,73	0,65	2,07	2,69	2,80
Primavera/2013	75,40	113,90	94,50	1,65	0,78	1,05	4,54	4,28	4,64

320



321

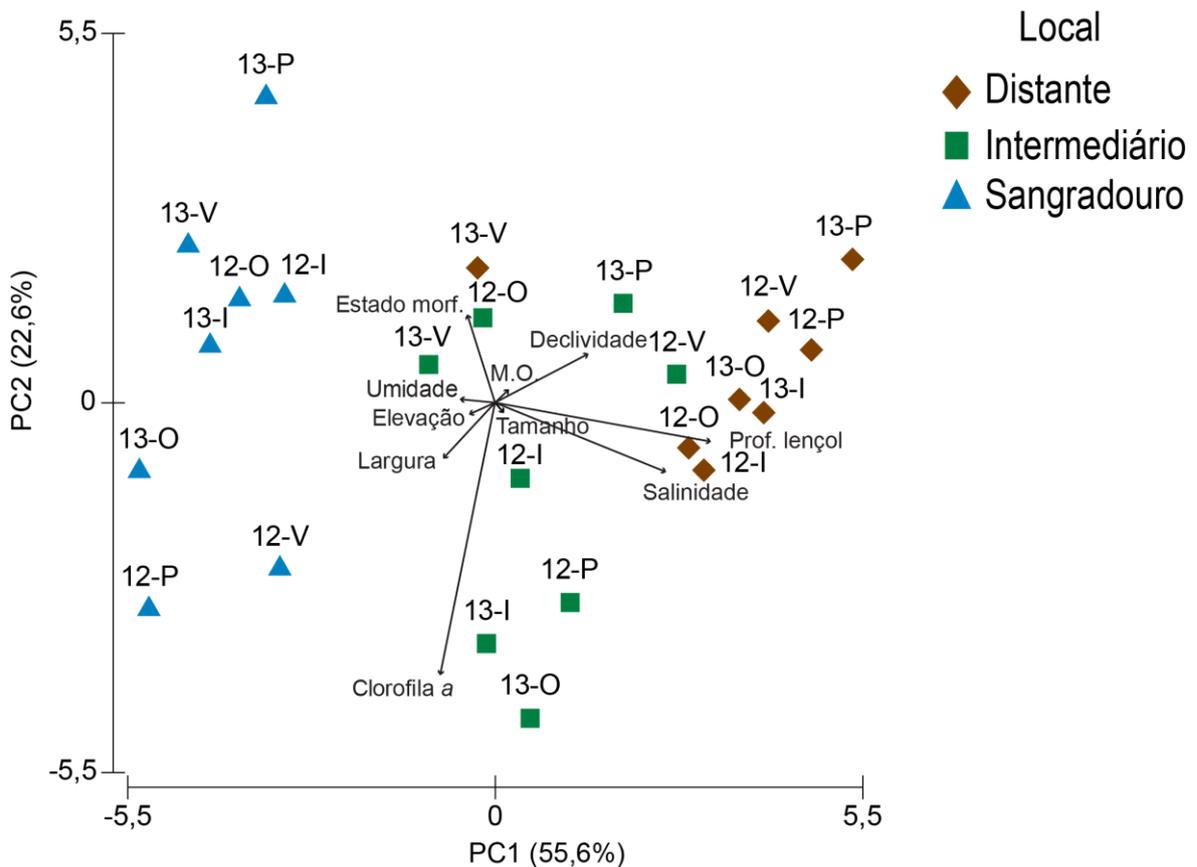
322 Figura 5 – Média e erro padrão do tamanho médio do grão (A), do grau de seleção (B), do teor de umidade (C), da porcentagem de carbonatos
 323 (D) e da porcentagem de matéria orgânica (E) dos locais amostrados ao longo das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e
 324 primavera dos anos de 2012 e de 2013. Para o cálculo da média e do erro padrão foram utilizados os dados de todos os níveis.

325 A Análise de Componentes Principais mostrou que 78,2% da variância total dos
326 dados foi explicada pelas duas primeiras componentes. A primeira componente explicou
327 55,6% da variância total, sendo o seu plano positivo associado, principalmente, à
328 profundidade e salinidade do lençol freático, enquanto que no plano negativo as principais
329 variáveis foram a clorofila *a* e a largura total da praia. A segunda componente explicou
330 22,6% de variância total, com dominância do estado morfodinâmico e da declividade do
331 perfil praial projetados no plano positivo e da clorofila *a* e da salinidade no plano negativo
332 (Figura 6).

333 O local distante apresentou a menor variação das médias entre as coletas, tendo os
334 maiores valores de salinidade, maiores profundidades do lençol freático e declividades
335 mais íngremes em relação aos demais locais, com exceção do verão de 2013. Conforme a
336 segunda componente é possível observar que a diferenciação entre as coletas ocorre de
337 maneira sazonal, onde o verão e a primavera de 2012 e de 2013 apresentam maiores
338 declividades e o outono e o inverno de ambos os anos exibem maiores salinidades (Figura
339 6).

340 No local intermediário as coletas também exibiram um padrão sazonal, bem como
341 ocorreu no local distante, onde o verão se manteve associado ao estado morfodinâmico e a
342 declividade do perfil praial e o inverno à concentração de clorofila *a*, em ambos os anos,
343 como observado na segunda componente. O outono de 2012 e a primavera de 2013
344 seguiram os padrões do verão em ambos os anos, enquanto a primavera de 2012 e o outono
345 de 2013 apresentaram maiores concentrações de clorofila *a*, assim como no inverno dos
346 dois anos (Figura 6).

347 No local sangradouro houve uma grande variação das médias entre as coletas,
348 contudo foi apresentada uma uniformidade na primeira componente, representada pelas
349 baixas profundidades e salinidades do lençol freático. Ocorreu também uma forte
350 separação interanual, onde se pode notar que as coletas do verão e da primavera de 2012
351 apresentaram altas concentrações de clorofila *a* e que baixas concentrações foram exibidas
352 nas mesmas estações do ano de 2013. Em contrapartida, o outono e o inverno de ambos os
353 anos apresentaram uma maior semelhança ambiental. (Figura 6).

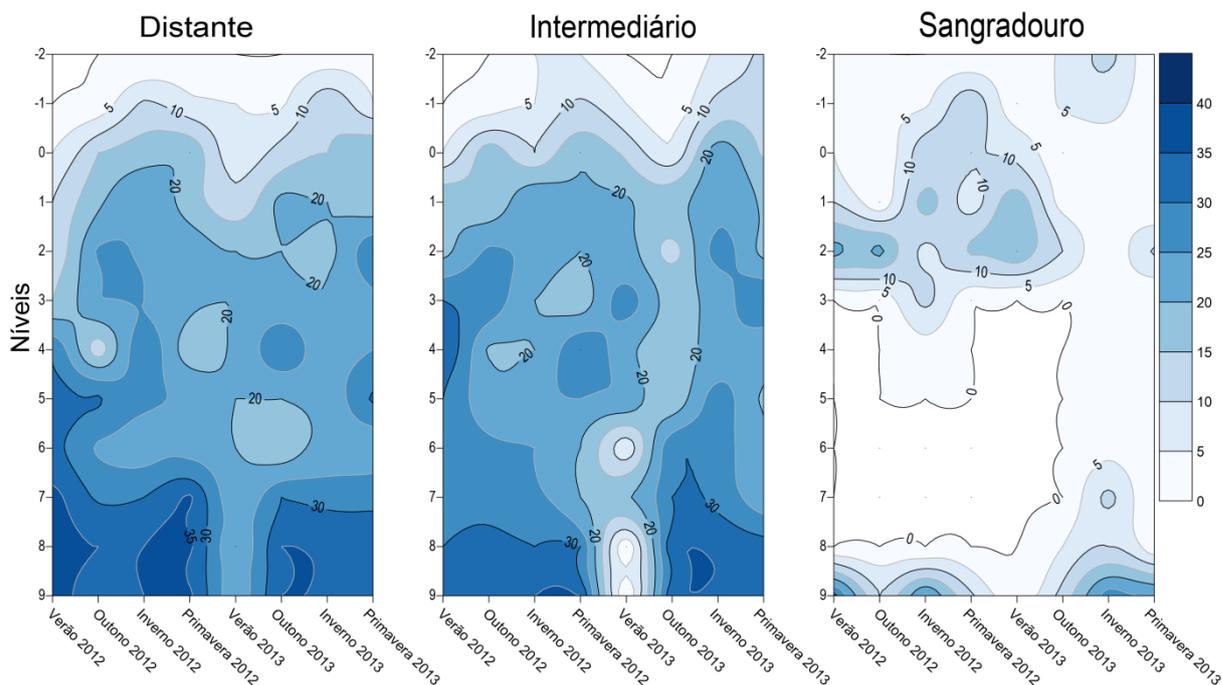


354

355 Figura 6 - Análise de Componentes Principais (ACP) dos dados ambientais. As setas
 356 representam a contribuição de cada variável ambiental na variância total das duas primeiras
 357 componentes. As variáveis ambientais utilizadas foram: elevação (m), profundidade do
 358 lençol freático (m), largura total da praia (m), declividade do perfil praiial ($^{\circ}$), estado
 359 morfodinâmico (Ω), tamanho médio do grão (mm), umidade (%), matéria orgânica (%),
 360 salinidade do lençol freático e concentração de clorofila *a* ($\mu\text{g/g}$). Os símbolos coloridos
 361 representam os locais: distante (losango marrom), intermediário (quadrado verde) e
 362 sangradouro (triângulo azul). As coletas estão identificadas como: verão de 2012 (12-V),
 363 outono de 2012 (12-O), inverno de 2012 (12-I), primavera de 2012 (12-P), verão de 2013
 364 (13-V), outono de 2013 (13-O), inverno de 2013 (13-I) e primavera de 2013 (13-P).

365 Uma visualização espacial e temporal detalhada da salinidade do lençol freático
 366 mostrou que os valores mais altos foram encontrados nos locais distante e intermediário,
 367 enquanto no sangradouro a salinidade foi a menor dentre todos os locais. Em relação aos
 368 níveis, as maiores salinidades foram encontradas entre os níveis #7 ao #9 e as menores
 369 entre os níveis #-2 ao #1. Observa-se que todos os níveis dos locais distante e intermediário
 370 apresentaram as maiores salinidades e todos os níveis do local sangradouro apresentaram
 371 os menores valores. A salinidade não apresentou diferenças notáveis entre as estações e

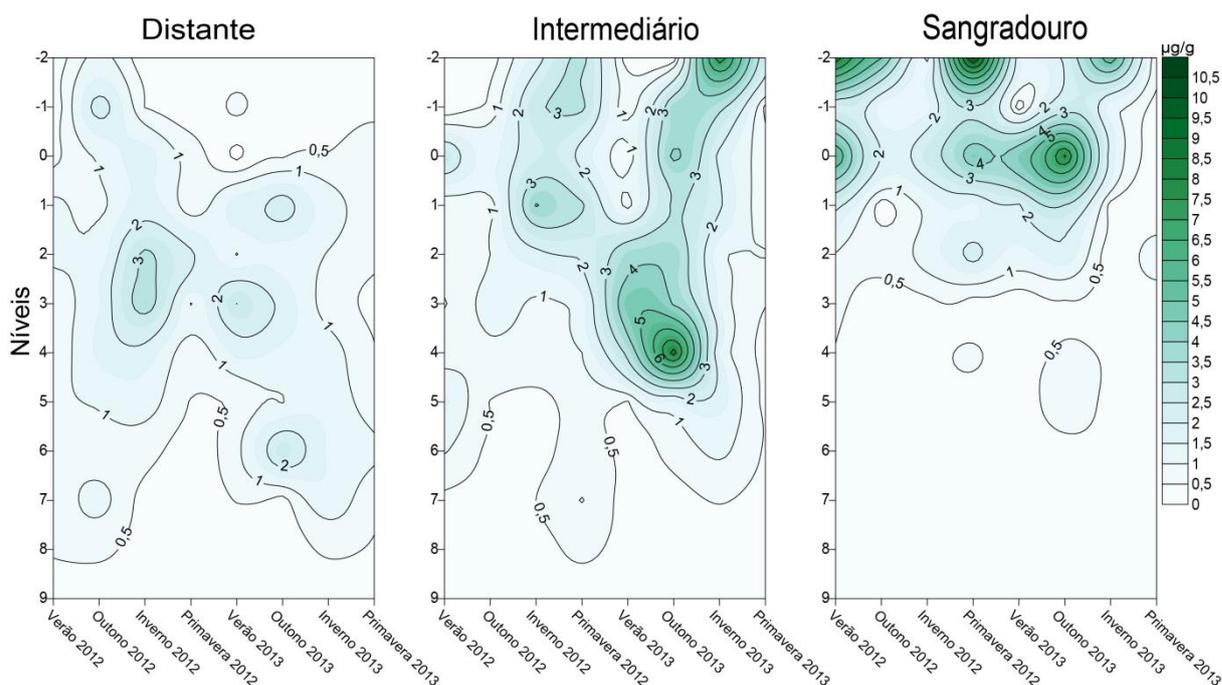
372 entre os anos, com exceção do verão de 2013, onde foram registrados nos três locais
373 valores extremamente baixos nos níveis mais próximos ao mar (Figura 7).



374

375 Figura 7 – Valores de salinidade do lençol freático coletados no transecto central ao longo
376 dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera
377 dos anos de 2012 e de 2013.

378 A mesma visualização da concentração de clorofila *a* no sedimento mostrou que
379 houve uma maior concentração nos locais sangradouro e intermediário, principalmente
380 entre os níveis #-2 ao #4. No local sangradouro as maiores concentrações foram
381 encontradas no verão e na primavera de 2012 e no outono de 2013, já no local
382 intermediário as mais altas concentrações ocorreram no outono e no inverno de 2013. No
383 entanto, no local distante a concentração de clorofila *a* foi menor, porém distribuída
384 similarmente entre todos os níveis durante as oito coletas (Figura 8).



385

386 Figura 8 – Concentração de clorofila *a* (µg/g) coletada no transecto central ao longo dos
 387 níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e primavera dos
 388 anos de 2012 e de 2013.

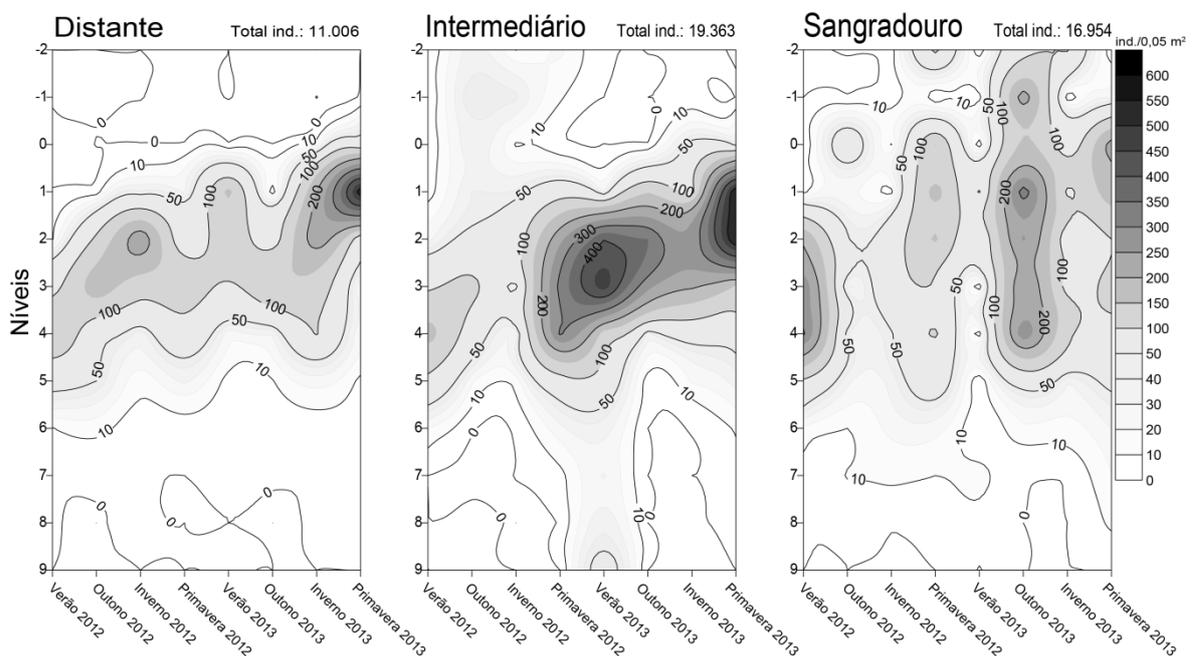
389 *Padrões de abundância, distribuição e estrutura da população de Tholozodium*
 390 *rhombofrontalis*

391 Um total de 47.323 indivíduos foram coletados ao longo das oito amostragens,
 392 sendo que deste total 23,26% foi coletado no local distante, 40,92% no local intermediário
 393 e 35,82% no local sangradouro. Dentre as estações do ano de 2012 foram coletados
 394 10,36% do total de indivíduos no verão, 7,34% no outono, 6,43% no inverno e 14,84% na
 395 primavera, já com relação às estações do ano de 2013 foram coletados 11,79% dos
 396 indivíduos no verão, 17,44% no outono, 12,62% no inverno e 19,18% na primavera. O ano
 397 de 2012 representou 38,96% do total de indivíduos coletados e ano de 2013 correspondeu a
 398 61,04% do total de indivíduos.

399 Variações e padrões espaciais e temporais da abundância total média de
 400 *Tholozodium rhombofrontalis* foram observados para todos os fatores e também para as
 401 interações entre os mesmos (Tabela 2; Figura 9). Em relação à escala espacial, os locais
 402 sangradouro e intermediário apresentaram maior semelhança entre si e o distante foi o
 403 menos abundante dentre todos os locais (ANOVA $p < 0,01$; teste SNK; Figura 9), sendo as
 404 maiores abundâncias apresentadas entre os níveis #1 ao #5 (ANOVA $p < 0,001$; teste SNK;
 405 Figura 9). Temporalmente, dentre as estações a primavera foi a que apresentou maiores

406 abundâncias, já as estações verão, outono e inverno apresentaram maior semelhança entre
407 si (ANOVA $p < 0,05$; teste SNK; Figura 9), e por fim, o ano de 2013 foi notavelmente
408 mais abundante que o ano de 2012 (ANOVA $p < 0,001$; teste SNK; Figura 9).

409 Na interação entre todos os fatores observa-se que no local distante grande parte
410 dos níveis das estações verão, inverno e primavera apresentaram uma maior abundância no
411 ano de 2013, o que não ocorreu no outono, onde a maioria dos níveis mostrou uma maior
412 abundância no ano de 2012 (ANOVA $p < 0,001$; teste SNK; Figura 9). No local
413 intermediário a maior parte dos níveis de todas as estações apresentou uma maior
414 abundância no ano de 2013, contudo observa-se que a maioria dos níveis da primavera do
415 ano de 2012 mostrou uma abundância similar as estações do ano de 2013 e as demais
416 estações de 2012 apresentaram baixas abundâncias em quase todos os níveis (ANOVA $p <$
417 $0,001$; teste SNK; Figura 9). Já no local sangradouro a distribuição apresentou uma
418 ocorrência mais dispersa entre os níveis quando comparada aos demais locais, com altas
419 abundâncias no verão e na primavera do ano de 2012 e nas estações outono, inverno e
420 primavera de 2013 (ANOVA $p < 0,001$; teste SNK; Figura 9).



421

422 Figura 9 – Abundância total média de *Tholozodium rhombofrontalis* (ind./0,05 m²) ao
423 longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e
424 primavera dos anos de 2012 e de 2013. A abundância total média foi calculada através da
425 média dos três transectos dispostos em cada nível de cada local.

426 Tabela 2 - Resultados da ANOVA - multifatorial da abundância total de *Tholozodium*
 427 *rhombofrontalis*, considerando os fatores: local (fixo, ortogonal, três níveis: “distante”,
 428 “intermediário” e “sangradouro”), nível (fixo, ortogonal, com doze níveis: “#-2” ao “#9”),
 429 estação (fixo, ortogonal, com quatro níveis: “verão”, “outono”, “inverno” e “primavera”),
 430 ano (aleatório, ortogonal, com dois níveis: “2012” e “2013”). Siglas: G.L. (Grau de
 431 Liberdade), Q.M. (Quadrado Médio), F (Valor de F), P (valor de P), n.s. (não significativo,
 432 $p > 0,05$).

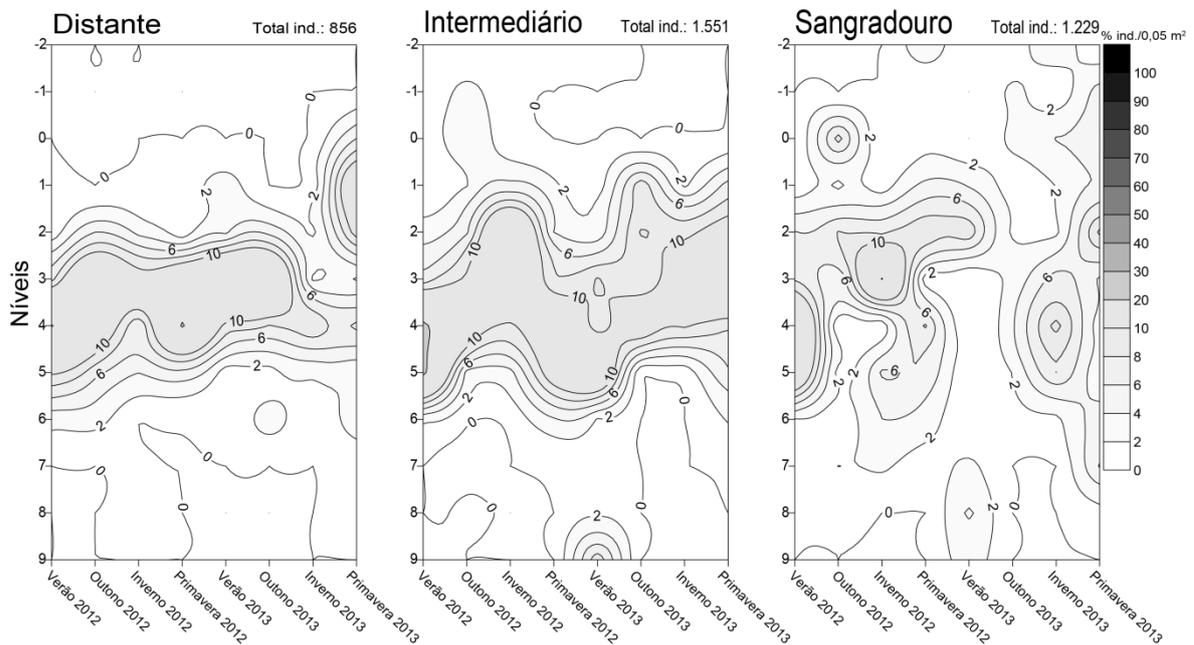
Fatores e interações	G.L.	Q.M.	F	P
Local	2	50,264	460,8746	< 0,01
Nível	11	176,238	19,8197	< 0,001
Estação	3	21,018	19,2292	< 0,05
Ano	1	8,071	18,9783	< 0,001
Local*Nível	22	4,998	1,4507	n.s.
Local*Estação	6	11,560	0,7288	n.s.
Nível*Estação	33	6,022	1,2061	n.s.
Local*Ano	2	0,109	0,2564	n.s.
Nível*Ano	11	8,892	20,9082	< 0,001
Estação*Ano	3	1,093	2,5700	< 0,05
Local*Nível*Estação	66	3,055	1,1775	n.s.
Local*Nível*Ano	22	3,445	8,1013	< 0,001
Local*Estação*Ano	6	15,862	37,2965	< 0,001
Nível*Estação*Ano	33	4,993	11,7408	< 0,001
Local*Nível*Estação*Ano	66	2,594	6,1000	< 0,001
Residual	576	0,425		

433

434 Da subamostra obtida no transecto central de cada local e em todas as coletas foram
 435 classificados pelo sexo e pelo estágio de desenvolvimento um total de 9.121 indivíduos,
 436 sendo que destes 40% resultaram em juvenis, 33,1% em fêmeas adultas, 16% em machos
 437 adultos e 10,9% em fêmeas adultas ovígeras.

438 Os mapas de distribuição espacial e temporal da proporção de cada classe a respeito
 439 do total classificado em cada estação nos dois anos de coleta mostraram que os juvenis
 440 estiveram presentes em uma maior proporção no local intermediário. Esta proporção se
 441 mantém de maneira regular ao longo das estações e em ambos os anos de coleta. O local
 442 distante também mostra uma presença regular de juvenis, com exceção do inverno de
 443 2013, quando houve uma notável redução de indivíduos desta classe. Já no local

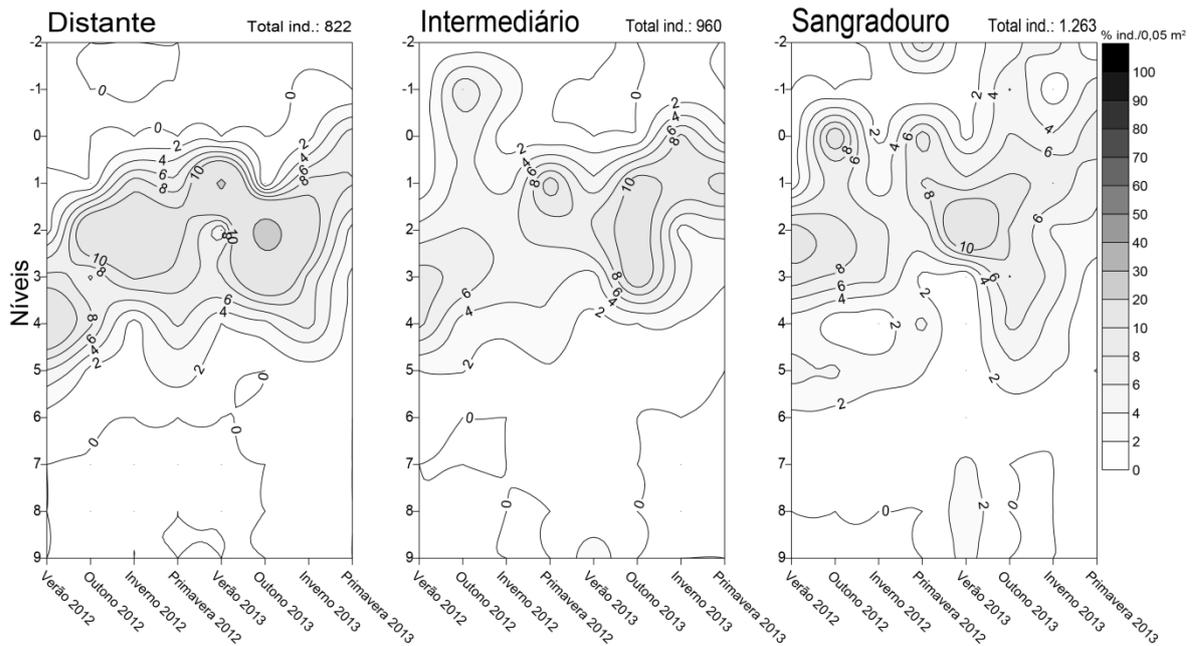
444 sangradouro a contribuição de juvenis na estrutura populacional é bastante irregular, sendo
445 maior nas estações do ano de 2012 e menor nas estações do ano de 2013 (Figura 10).



446

447 Figura 10 – Proporção de juvenis de *Tholozodium rhombofrontalis* (% ind./0,05 m²) ao
448 longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno e
449 primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: %
450 juvenis = (n/N)*100, onde n representa o número de juvenis em cada nível e N o número
451 total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em cada coleta.

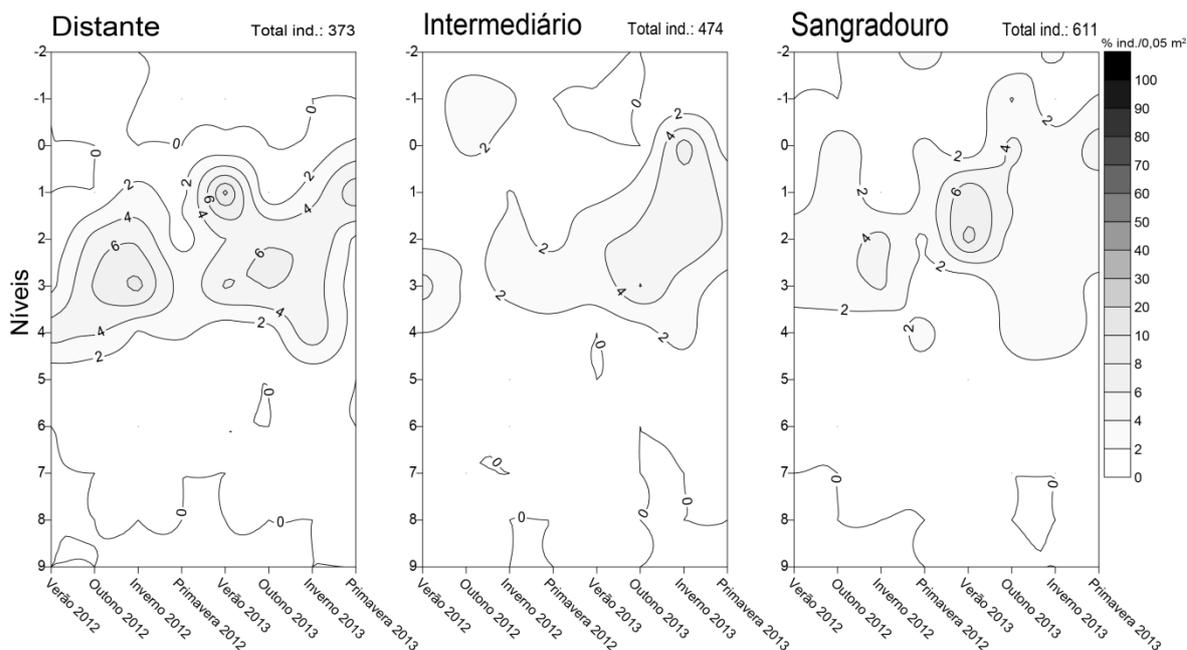
452 Através dos mapas de distribuição espacial e temporal observa-se que as fêmeas
453 adultas estiveram em maiores proporções nos locais sangradouro e distante. No local
454 sangradouro os indivíduos desta classe encontravam-se espalhados pela maioria dos níveis,
455 incluindo os níveis mais superiores próximos à linha de detrito e às dunas primárias. No
456 entanto, nos locais intermediário e distante as fêmeas adultas estavam concentradas durante
457 as oito coletas entre os níveis #1 ao #4. A presença de fêmeas adultas ocorreu de maneira
458 regular entre as estações e os anos nos três locais de coleta, com exceção do inverno de
459 2012 nos locais sangradouro e intermediário (Figura 11).



460

461 Figura 11 – Proporção de fêmeas adultas de *Tholozodium rhombofrontalis* (% ind./0,05
 462 m²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno
 463 e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: %
 464 fêmeas adultas = $(n/N) \cdot 100$, onde n representa o número de fêmeas adultas em cada nível e
 465 N o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e em
 466 cada coleta.

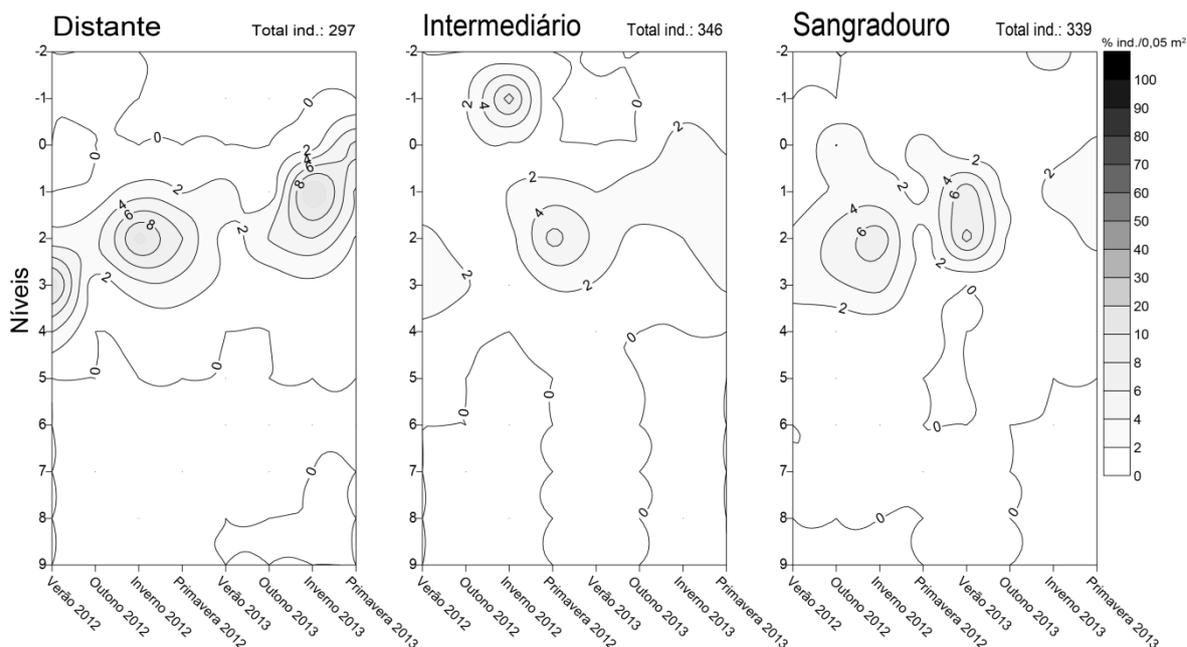
467 Observando os mapas de distribuição espacial e temporal da proporção de machos
 468 adultos nota-se que as maiores presenças de indivíduos desta classe encontram-se nos
 469 locais distante e sangradouro. Em todos os locais a presença de machos adultos
 470 concentrou-se entre os níveis #1 ao #4. As maiores proporções de indivíduos desta classe
 471 podem ser notadas no ano de 2013, principalmente nas estações verão, outono e inverno
 472 (Figura 12).



473

474 Figura 12 – Proporção de machos adultos de *Tholozodium rhombofrontalis* (% ind./0,05
 475 m²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono, inverno
 476 e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da fórmula: %
 477 machos adultos = (n/N)*100, onde n representa o número de machos adultos em cada nível
 478 e N o número total de organismos medidos e sexados do transecto central de cada local e
 479 em cada coleta.

480 A proporção de fêmeas adultas ovígeras ocorre de maneira semelhante nos locais
 481 distante e sangradouro, já no local intermediário a presença desta classe é
 482 consideravelmente menor, conforme apresentado nos mapas de distribuição espacial e
 483 temporal. Em todos os locais a maior parte dos indivíduos concentrou-se entre os níveis #1
 484 ao #3. O ano de 2012 apresentou uma discreta superioridade em relação à presença de
 485 fêmeas adultas ovígeras comparado ao ano de 2013. No local distante nota-se uma maior
 486 presença desta classe nas estações verão, inverno e primavera de 2012 e inverno e
 487 primavera de 2013. No local intermediário as maiores proporções são vistas apenas no
 488 inverno e na primavera de 2012. Já no local sangradouro as fêmeas adultas ovígeras
 489 estiveram em maior presença no inverno de 2012 e no verão de 2013 (Figura 13).



490

491 Figura 13 – Proporção de fêmeas adultas ovígeras de *Tholozodium rhombofrontalis* (%
 492 ind./0,05 m²) ao longo dos níveis (#-2 ao #9) e das oito coletas realizadas no verão, outono,
 493 inverno e primavera dos anos de 2012 e de 2013. A proporção foi calculada através da
 494 fórmula: % fêmeas adultas ovígeras = (n/N)*100, onde n representa o número de fêmeas
 495 adultas ovígeras em cada nível e N o número total de organismos medidos e sexados do
 496 transecto central de cada local e em cada coleta.

497 **Discussão**

498 As variáveis ambientais abordadas neste estudo exibiram diferentes padrões e
 499 também flutuações espaciais e temporais. Observou-se que o perfil praial, a largura total da
 500 praia, a declividade do perfil praial, a profundidade e a salinidade do lençol freático
 501 apresentaram variações espaciais, contudo não foram vistas abruptas heterogeneidades
 502 temporais. Os locais distante e sangradouro apresentaram características extremamente
 503 opostas quando comparados entre si. O local distante exibiu os perfis topográficos mais
 504 íngremes, com maiores declividades, menor extensão praial, lençol freático mais profundo
 505 e maiores salinidades. Já o sangradouro apresentou os perfis mais suaves, com menores
 506 declividades, maior extensão praial, lençol freático mais raso e menores salinidades. No
 507 entanto, o local intermediário apresentou características ambientais mais similares ao do
 508 local sangradouro, devido à proximidade dessas duas áreas amostradas, e características
 509 muito distintas ao do local distante. Essas diferenças extremas entre os locais podem ser
 510 atreladas, principalmente, as características individuais do sangradouro, o qual pode sofrer

511 constantes processos de transporte sedimentar e também receber diferentes fluxos de água
512 doce provindos da drenagem da região do pós-dunas. Tais modificações na morfologia
513 praial nas áreas adjacentes e também sob influência direta do sangradouro foram descritas
514 por Gandara-Martins *et al.* (2015). Em outra escala espacial observou-se uma variação da
515 salinidade do lençol freático entre os níveis, onde as maiores salinidades foram
516 encontradas nos níveis inferiores da praia, provavelmente devido a maior influência das
517 ondas e da maré. Por outro lado, as menores salinidades foram observadas mais próximas
518 às dunas primárias e a linha de detritos, ocasionadas pelo escoamento da água doce da
519 região do pós-dunas na parte superior da praia.

520 Outras variáveis ambientais, como o teor de umidade, a porcentagem de carbonatos,
521 a porcentagem de matéria orgânica e a concentração de clorofila *a* apresentaram oscilações
522 espaciais e também temporais. Em relação ao teor de umidade, o sangradouro mostrou-se
523 como o local com sedimentos mais úmidos devido ao constante fluxo de água drenado da
524 região do pós-dunas, seguido do intermediário e por fim o distante, como o local com
525 sedimentos menos úmidos. Esta variável ambiental mostrou também uma oscilação
526 interanual, onde em todas as estações do ano de 2012 o sedimento apresentou os menores
527 valores de umidade em relação às estações do ano de 2013. No ano de 2013 houve fortes
528 precipitações pluviométricas antes e/ou durante as coletas, as quais aumentaram o teor de
529 umidade do sedimento. Não foi possível estabelecer um padrão nas porcentagens de
530 carbonatos e de matéria orgânica, pois as mesmas mostraram uma alta variabilidade
531 espacial e temporal, sendo suas concentrações muito distintas entre os locais, as estações e
532 os anos, porém sempre apresentaram baixas porcentagens. Isto pode ser explicado pela
533 grande distância do estuário de Paranaguá, o qual supostamente seria a maior fonte de
534 carbonatos e de matéria orgânica para o ambiente praial. A concentração de clorofila *a*
535 pode estar relacionada com os valores de salinidade, uma vez que em locais onde a água é
536 doce, valores inferiores a cinco, ou salina, valores superiores a trinta, não se encontra
537 microfitobentos ou o mesmo está em baixas concentrações. Este padrão pode ser visto nos
538 três locais amostrados, principalmente para os níveis inferiores da praia dos locais
539 intermediário e distante, onde os valores de salinidade são de águas classificadas como
540 salinas. Acredita-se que o microfitobentos encontrado no balneário Barrancos tenha
541 preferência por águas salobras. Braga (2008) em seu estudo em uma praia arenosa
542 localizada no mesmo arco praial que o balneário Barrancos observou altas densidades de

543 biomassa fitobentônica associadas a águas salobras, com valores de salinidade entre 12 a
544 24.

545 As hipóteses testadas no presente estudo, de que a abundância, distribuição e estrutura
546 da população de *Tholozodium rhombofrontalis* variam entre os locais de coleta e de que
547 essas variações permanecem ao longo do tempo foram comprovadas. As maiores
548 abundâncias deste isópode foram encontradas nos locais intermediário e sangradouro, com
549 picos nas estações primavera e verão, sendo as abundâncias do ano de 2013 notavelmente
550 superiores as do ano de 2012. Com relação à distribuição espacial ao longo do perfil praial,
551 os resultados do presente trabalho mostram o mesmo padrão de distribuição encontrado por
552 Souza (1991), com as maiores abundâncias do isópode *Tholozodium rhombofrontalis* nos
553 níveis que correspondem à zona mediolitoral superior (Dahl 1952; Peres 1982), também
554 denominada de zona de retenção por Salvat (1964). Segundo Souza (1991), essa região é
555 considerada como a mais estressante do ambiente praial, pois sofre influência de todas as
556 marés, mas fica imersa por um curto período de tempo, o que limitaria tal zona a
557 organismos que suportam grandes variações ambientais. No local intermediário, e com
558 mais notoriedade no local sangradouro, observamos que esta distribuição estendeu-se para
559 os níveis superiores da praia. Particularmente, o local sangradouro manteve-se úmido
560 durante todas as coletas devido ao seu fluxo permanente de água, proporcionando assim
561 um ambiente menos estressante para essa espécie.

562 As disparidades espaciais e temporais encontradas na abundância e distribuição do
563 isópode *Tholozodium rhombofrontalis* não estão relacionadas às características
564 morfodinâmicas e sedimentares do ambiente praial estudado, embora estas variáveis
565 ambientais tenham sido consideradas como determinantes para a composição e abundância
566 da macrofauna bentônica de praias arenosas (Jaramillo e McLachlan 1993; Hacking 1998;
567 Barros *et al.* 2001). O estado morfodinâmico, o tamanho médio do grão e o grau de seleção
568 mostraram constância em todos os locais e durante todas as coletas. Os três locais de coleta
569 no balneário Barrancos apresentaram estado morfodinâmico intermediário, e
570 excepcionalmente estado morfodinâmico dissipativo. As características granulométricas do
571 sedimento não apresentaram grandes variações espaciais e temporais, sendo classificadas
572 como areia fina e bem selecionada em todos os locais e em todas as coletas. Resultados
573 granulométricos similares foram encontrados por Souza e Gianuca (1995) e Gandara-
574 Martins *et al.* (2015) para o mesmo balneário. No mesmo arco praial do balneário
575 amostrado no presente estudo, Vieira *et al.* (2012) encontraram *Tholozodium*

576 *rhombofrontalis* associado a sedimentos compostos por areia fina e bem selecionada.
577 Contudo, investigações realizadas em outra praia do mesmo arco praias encontraram baixas
578 proporções deste isópode apesar do sedimento fino, o que pode ser explicado pelas altas
579 salinidades encontradas neste local, com menor ou nenhuma influência de sangradouros
580 (Borzzone e Souza 1997; Cochôa *et al.* 2006). Por outro lado, em praias expostas da região
581 de Guaratuba, no litoral sul do estado do Paraná, com menor influência estuarina e menor
582 ocorrência de sangradouros, esta espécie não foi mencionada (Barros *et al.* 2001).

583 Já, registros da presença da espécie em outros ambientes diferentes de praias
584 arenosas oceânicas existem de longa data. Ainda no estado do Paraná, *Tholozodium*
585 *rhombofrontalis* foi amostrado entre restos de vegetais em um riacho de água salobra na
586 Ilha do Mel (Loyola e Silva 1960). A espécie também foi coletada por Rosa (2009) no
587 Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, sendo muito abundante nos pontos mais
588 externos do estuário próximos da Ilha do Mel e da Ilha das Peças, onde a salinidade
589 medida no lençol freático caracterizou a água como salobra e o sedimento como areia fina.
590 Altas abundâncias foram encontradas em uma praia arenosa sob influência direta do
591 estuário de Paranaguá, de granulometria composta por areia fina e o lençol freático raso e
592 salobro (Borzzone *et al.* 2003). Diversos trabalhos realizados em ecossistemas de marismas
593 no litoral do estado de São Paulo encontraram a espécie *Tholozodium rhombofrontalis*
594 associada a ambientes de solos arenosos, compostos de areia fina, em águas salobras e
595 entre vegetais, principalmente, *Spartina alterniflora* (Pires 1982; Varoli 1990; Flynn *et al.*
596 1996; Flynn *et al.* 1998; Esposito *et al.* 2006; Macedo *et al.* 2007; Yamagata *et al.* 2007).
597 No estado de Santa Catarina esta espécie de peracárida foi amostrada em uma lagoa do
598 Sistema Estuarino de Laguna, na qual em todos os pontos de coleta o sedimento foi
599 classificado como areia fina e a salinidade característica de água salobra (Felix *et al.* 2015).
600 Em trabalhos realizados no Sistema Lagunar de Tramandaí, no estado do Rio Grande do
601 Sul, o isópode foi encontrado em grandes abundâncias em solos arenosos de lagoas de
602 águas doces e salobras (Würdig e Dornelles da Silva 1990; Ozorio 1993; Buckup e Bond-
603 Buckup 1999; Campello 2006). Já na Argentina, o isópode *Tholozodium rhombofrontalis*
604 foi identificado em solos arenosos na margem de um grande rio de águas salobras
605 (Giambiagi 1922) e em solos de areia fina do litoral do Rio de la Plata (Darrigran e Rioja
606 1988; Taberner 1988; César *et al.* 2000).

607 Outra espécie do mesmo gênero foi descrita em habitats similares. Na Índia,
608 *Tholozodium ocellatum* foi correlacionado com sedimentos finos e grandes quantidades de

609 detrito orgânico na praia (Eleftheriou *et al.* 1980), neste trabalho os autores supõem que a
610 relação entre a espécie e o sedimento fino pode estar ligado ao modo de vida fossorial, e a
611 maior presença de *Tholozodium ocellatum* em ambientes com altas quantidades de detritos
612 orgânicos teria relação com a proximidade a grandes estuários. A praia de Barrancos, com
613 seu perfil granulométrico de areia fina e bem selecionada, encontra-se fora da área de
614 influência do delta de vazante do estuário de Paranaguá. No entanto, possui um
615 sangradouro permanente que aporta água doce e detritos orgânicos do pós-dunas,
616 representando um ambiente de transição entre o meio marinho e o meio límnico.

617 Souza (1991) associou a maior ocorrência de *Tholozodium rhombofrontalis* com uma
618 euglenófito abundante no sedimento, corroborando com o estudo de Eleftheriou *et al.*
619 (1980), que constataram que a espécie *Tholozodium ocellatum* apresenta uma dieta
620 herbívora e possivelmente onívora. No presente trabalho, o isópode *Tholozodium*
621 *rhombofrontalis* também esteve associado às altas concentrações de clorofila *a* presente no
622 sedimento, medida indireta da disponibilidade de alimento para a população. Desta forma,
623 a salinidade e a concentração de clorofila *a* resultaram em parâmetros relevantes na
624 abundância e distribuição do isópode. Por um lado, a salinidade pode interferir nas trocas
625 osmóticas entre o meio externo e interno do indivíduo com efeitos na fisiologia do mesmo,
626 e por outro a concentração de clorofila *a* pode ditar a disponibilidade do recurso alimentar
627 para a população.

628 Tudo leva a caracterizar o isópode peracárido *Tholozodium rhombofrontalis* como
629 uma espécie eurialina, que pode ocupar diferentes ecossistemas, porém com características
630 ambientais similares, como por exemplo, solos compostos por areia fina e bem
631 selecionada, salinidades típicas de águas salobras e presença de microfitobentos no
632 sedimento. Embora a maior ou menor presença de indivíduos dessa espécie em um
633 determinado ecossistema possa indicar a sua preferência ambiental, as características
634 populacionais, aspecto não contemplado em estudos anteriores, poderiam evidenciar com
635 maior eficácia estas preferências.

636 O estudo da estrutura da população quanto à classificação sexual e ao estágio de
637 desenvolvimento realizado em uma subamostra pode ser entendido como uma
638 representação fidedigna da estrutura da população como um todo. Desta maneira, o fato da
639 proporção de indivíduos juvenis de *Tholozodium rhombofrontalis* ser a maior dentre todas
640 as classes, e se manter regular entre as estações e entre os anos indica um recrutamento

641 contínuo e independente das características ambientais de cada local. Contudo, a
642 diminuição de indivíduos juvenis no local sangradouro poderia ser explicada pela menor
643 capacidade de permanência desta classe em ambiente de fluxo de água constante,
644 provavelmente, devido ao seu menor tamanho em relação aos indivíduos adultos. Da
645 mesma forma, a diminuição em níveis inferiores dos locais distante e intermediário
646 indicaria uma reduzida capacidade de fixação desta classe em ambientes onde o fluxo de
647 água provindo do mar adjacente é constante.

648 As proporções de fêmeas adultas de *Tholozodium rhombofrontalis* foram semelhantes
649 entre os locais sangradouro e distante, e discretamente inferiores no local intermediário. A
650 distribuição entre os níveis foi semelhante a dos indivíduos juvenis, onde nos locais
651 distante e intermediário as fêmeas adultas concentraram-se na zona mediolitoral superior,
652 enquanto que no local sangradouro esta classe ocupou também os níveis mais próximos
653 das dunas primárias, onde foram encontrados valores de salinidade de águas salobras, e
654 altas concentrações de clorofila *a*, sugerindo que esta classe também não tolera salinidades
655 muito baixas. As fêmeas adultas estiveram presentes em proporções semelhantes ao longo
656 das estações e dos anos, confirmando a estabilidade da população ao longo do tempo e
657 também do espaço.

658 Em comparação com as proporções de indivíduos juvenis e fêmeas adultas, a
659 proporção de machos adultos de *Tholozodium rhombofrontalis* foi baixa em todos os locais
660 e durante todas as coletas, porém apresentou maior presença nos locais distante e
661 sangradouro, sendo sua proporção maior no verão do ano de 2013. A baixa
662 representatividade desta classe aparentemente não teria efeito negativo para o
663 estabelecimento da população na praia de Barrancos e poderia representar uma
664 característica intrínseca da espécie. Taberner (1988) concluiu que o tamanho do macho do
665 isópode *Tholozodium rhombofrontalis* pode superar em até 1/3 o tamanho da fêmea, o que
666 também foi constatado no presente trabalho, por observação pessoal. Alguns estudos
667 relacionados a crustáceos marinhos indicam que o tamanho dos indivíduos machos é maior
668 que o tamanho das fêmeas, porém os machos são menos abundantes que as fêmeas
669 (Wenner 1972; Hartnoll 1978). Estas informações supostamente justificariam a menor
670 proporção de indivíduos machos adultos em relação à proporção de fêmeas adultas no
671 presente trabalho.

672 As fêmeas adultas ovígeras de *Tholozodium rhombofrontalis* estiveram presentes em
673 todos os locais e em todas as coletas. Contudo, o local distante mostrou maiores
674 proporções de fêmeas adultas ovígeras no inverno dos dois anos, o que poderia indicar uma
675 preferência por uma estação mais fria para o período de reprodução. Nos locais
676 intermediário e sangradouro este padrão invernal aparece para o ano de 2012, mas não para
677 o ano seguinte. Outro pico de presença de fêmeas adultas ovígeras encontra-se no
678 sangradouro no verão de 2013, onde a coleta foi antecedida por altos índices
679 pluviométricos. Lozoya e Defeo (2006) em uma investigação sobre o efeito de um grande
680 canal artificial de drenagem sobre o isópode peracárido *Excírolana armata* sugeriram que
681 o ambiente estressante causado pela descarga constante de água doce forçaria a espécie a
682 desviar mais energia para a reprodução em vez do crescimento. Isto poderia explicar essa
683 forte presença, mas que teria uma limitação em condições mínimas de salinidade. Assim
684 como ocorreu para os indivíduos machos adultos, a presença de fêmeas adultas ovígeras de
685 *Tholozodium rhombofrontalis* deu-se em baixas proporções em todos os locais e em todas
686 as coletas. Contudo, padrões similares foram encontrados para outros isópodes, como
687 *Excírolana braziliensis* (Zuñiga *et al.* 1985) e *Excírolana armata* (Souza 1998), espécies
688 que também apresentaram baixas presenças desta classe.

689 Pires (1982) descreveu pela primeira vez a morfologia da fêmea do isópode
690 *Tholozodium rhombofrontalis* apontando a presença de uma bolsa interna no corpo da
691 fêmea onde os ovos se desenvolvem. Segundo Lozoya e Defeo (2006) é considerada a
692 hipótese de que o desenvolvimento interno dos estágios embrionários da espécie
693 *Excírolana armata* fornece proteção contra o estresse ambiental causado pelas variações da
694 salinidade e outras variáveis ambientais, ocasionadas pela descarga de água doce. Os
695 autores consideram que a ninhada interna neutraliza o efeito da água doce, o que explica a
696 ausência do efeito da dureza ambiental sobre a eficiência reprodutiva, tal desenvolvimento
697 interno pode ser visto como uma vantagem evolutiva em termos de proteção à prole contra
698 a dessecação e o estresse osmótico. A descrição da presença da bolsa interna nas fêmeas
699 adultas ovígeras do isópode *Tholozodium rhombofrontalis*, estrutura que também foi
700 observada no presente trabalho, e a comparação com o isópode peracárido *Excírolana*
701 *armata*, fornecem evidências de que este tipo de desenvolvimento interno favorece o uso
702 de distintos ambientes pelo *Tholozodium rhombofrontalis*, uma vez que os ovos e os
703 embriões ficam protegidos das variações de salinidade e de outros fatores ambientais,

704 como foi observado neste trabalho, onde as fêmeas adultas ovígeras estiveram presentes
705 em todos os locais.

706 O que influencia nas proporções de indivíduos de *Tholozodium rhombofrontalis* é a
707 maneira como cada classe se comporta em relação às variações de salinidade, como por
708 exemplo, as fêmeas adultas ovígeras apresentam recursos morfológicos que proporcionam
709 a preservação da prole em situações de estresse ambiental. Além dessa bolsa interna que
710 permite que as fêmeas ovígeras mantenham seus ovos e embriões sob menor influência de
711 agentes externos, grande parte dos indivíduos coletados no balneário Barrancos foram
712 capturados em um estágio de curvamento do corpo, com a finalidade de formar uma esfera,
713 esse processo de volvação permite a proteção da superfície ventral e a manutenção da
714 umidade corpórea, esse processo indica que em condições ambientais adversas o indivíduo
715 tende a proteger-se. Apesar da reduzida abordagem literária até o presente momento, tais
716 adaptações e mecanismos de vida deste isópode podem justificar a sua ampla distribuição e
717 sua alta capacidade de sobrevivência.

718 Alguns estudos anteriores comprovaram que a presença de efluentes de água doce
719 no ambiente praias resultaram na redução das taxas de crescimento, de fecundidade e de
720 sobrevivência de indivíduos e de populações de bivalves (Defeo *et al.* 1986; Defeo e de
721 Alava 1995), de isópodes (Lozoya e Defeo 2006; Lozoya *et al.* 2010) e de poliquetas
722 (Santos 1991; Bergamino *et al.* 2009). Com base nos resultados obtidos no presente estudo
723 pode-se inferir que ambientes de águas salobras são ideais para o isópode *Tholozodium*
724 *rhombofrontalis*, padrão visto para todas as classes desta espécie, e que águas doces e
725 salinas afetam de maneira negativa a abundância, distribuição e estrutura da população.

726 Faz-se o adendo de que estudos futuros devem explorar de maneira mais eficaz a
727 estrutura e a dinâmica populacional desta espécie de isópode, através de abordagens
728 experimentais em laboratório, com estudos de osmorregulação e de alimentação, a fim de
729 explorar com mais profundidade a sua relação com as variações salinas e a sua preferência
730 alimentar, respectivamente. Acredita-se também que é relevante conhecer a estratégia de
731 dispersão desta espécie em ambientes tão variados e a relação desta espécie com as
732 mudanças climáticas em diferentes escalas ao longo do litoral brasileiro.

733 **Referências**

- 734 Angulo, R. J., e Araújo, A. D. (1996). Classificação da costa paranaense com base na sua
735 dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Boletim Paranaense de Geociências*
736 **44**, 7-17.
- 737 Angulo, R. J., Lessa, G. C., e Souza, M.C. (2009). The Holocene Barrier Systems of
738 Paranaguá and Northern Santa Catarina Coasts, Southern Brazil. *Geology and*
739 *Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Springer-Verlag Berlin
740 Heidelberg, 135-176.
- 741 Barros, F., Borzone, C. A., e Rosso, S. (2001). Macroinfauna of six beaches near
742 Guaratuba bay, southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **44**, 351-
743 364.
- 744 Bergamino, L., Muniz, P. e Defeo, O. (2009). Effects of a freshwater canal discharge on
745 polychaete assemblages inhabiting an exposed sandy beach in Uruguay. *Ecological*
746 *Indicators* **9**, 584-587.
- 747 Borzone, C. A., e Souza, J. R. B. (1997). Estrutura da macrofauna bentônica no supra,
748 meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis* **3**, 197-
749 212.
- 750 Borzone, C. A., Lorenzi, L., e Calil, P. (2007). Cross-shore Mysidacea (Crustacea)
751 distribution in two sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Revista Brasileira de*
752 *Zoologia* **24**, 943-949.
- 753 Borzone, C. A., Melo, S. G., Rezende, K. V., Vale, R., e Krul, R. (2003). Macrobenthic
754 intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in
755 two Brazilian beaches. *Journal of Coastal Research*, 472-480.
- 756 Borzone, C. A., Souza, J. R. B., e Soares, A. G. (1996). Morphodynamic influence on the
757 structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches.
758 *Revista Chilena de História Natural* **69**, 565-577.

- 759 Borzone, C. A., Tavares, Y. A. G., e Barros, F. C. R. (1998). Beach morphodynamics and
760 distribution of *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) on sandy beaches of southern
761 Brazil. In: "International Echinoderm Conference". pp. 581-586. (Balkema: Rotterdam).
- 762 Boschi, E. E. (1988). El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay).
763 *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional*
764 *Autónoma de México* **15**, 159-182.
- 765 Boyko, C. B., Moss, J., Williams, J. D., e Shields, J. D. (2013). A molecular phylogeny of
766 Bopyroidea and Cryptoniscoidea (Crustacea: Isopoda). *Systematics and Biodiversity* **11**,
767 495-506.
- 768 Boyko, C. B., Williams, J. D., e Markham, J. C. (2012). Recent and fossil Isopoda
769 Bopyridae parasitic on squat lobsters and porcelain crabs (Crustacea: Anomura:
770 Chirostyloidea and Galatheoidea), with notes on nomenclature and biogeography. *Zootaxa*
771 **3150**, 1-35.
- 772 Braga, V. Z. (2008). Composição e variabilidade espaço-temporal do microfitobentos na
773 praia arenosa do Village (Pontal do Sul, Paraná, Brasil). Monografia (Bacharelado em
774 Oceanografia) – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do
775 Paraná, Paraná.
- 776 Brazeiro, A., e Defeo, O. (1996). Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it
777 possible to identify patterns in such variable environments?. *Estuarine, Coastal and Shelf*
778 *Science* **42**, 523-536.
- 779 Brown, A. C., e McLachlan, A. (1990). "Ecology of sandy shores". (Elsevier: Amsterdam).
- 780 Buckup, L., e Bond-Buckup, G. (1999). "Os crustáceos do Rio Grande do Sul". (Editora da
781 Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre).
- 782 Burger, J., e Gochfeld, M. (1991). Human activity influence and diurnal and nocturnal
783 foraging of sanderlings (*Calidris alba*). *Condor* **93**, 259-265.
- 784 Campello, F. D. (2006). A problemática da poluição por esgotos domésticos no sistema
785 estuarino-lagunar Tramandaí - Armazém (RS, Brasil): física e química da água e a resposta

786 dos macroinvertebrados bentônicos. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de
787 Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

788 Cardoso, C. D. P. (2006). Estudo da macrofauna bêmica de praias arenosas do Parque
789 Estadual da Ilha do Cardoso - SP, como subsídio a elaboração de cartas de sensibilidade
790 ambiental a derrames de petróleo. Monografia (Bacharelado em Ecologia) – Instituto de
791 Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, São
792 Paulo.

793 César, I, Ocón, C., Paggi, A. C., Rodrigues, A., Spaccesi, F., Tangorra, M., e Tassara, M.
794 (2000). Diversidad de invertebrados bentônicos del Río de la Plata. *Biología Acuática* **19**,
795 27-63.

796 Cisneros, K. O., Smit, A. J., Laudien, J., e Schoeman, D. S. (2011). Complex, dynamic
797 combination of physical, chemical and nutritional variables controls spatio-temporal
798 variation of sandy beach community structure. *PloS One* **6**, e23724.

799 Cochôa, A. R., Lorenzi, L., e BORZONE, C. A. (2006). A influência da passagem de uma
800 frente meteorológica na distribuição da macrofauna bentônica mesolitoral de uma praia
801 arenosa exposta. *Tropical Oceanography* **34**, 59-71.

802 Cressie, N. (1990). The origins of kriging. *Mathematical geology* **22**, 239-252.

803 Dahl, E. (1952). Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy
804 beaches. *Oikos* **4**, 1-27.

805 Darrigran, G. A., e Rioja, S.I. (1988). Distribución y selección de ambientes de los
806 isópodos talasoides del Río de la Plata, República Argentina. *Neotrópica* **36**, 105-114.

807 Dean, R.G. (1973). Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: “First
808 Australian Conference on Coastal Engineering: Engineering Dynamics of the Coastal
809 Zone”. pp. 208-214. (Institution of Engineers: Australia).

810 Defeo O. e de Alava A. (1995). Effects of human activities on long-term trends in sandy
811 beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology*
812 *Progress Series* **123**, 73–82.

- 813 Defeo, O., e Cardoso, R. S. (2002). Macroecology of population dynamics and life history
814 traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South
815 America. *Marine Ecology Progress Series* **239**, 169-179.
- 816 Defeo, O., e Martínez, G. (2003). The habitat harshness hypothesis revisited: life history of
817 the isopod *Excirolana brasiliensis* in sandy beaches with contrasting
818 morphodynamics. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* **83**, 331-340.
- 819 Defeo, O., e McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in
820 sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series* **295**, 1-
821 20.
- 822 Defeo, O., Gomez J., e Lercari D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy
823 beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology*
824 *Progress Series* **212**, 159-170.
- 825 Defeo, O., Layerle, C. e Masello, A. (1986). Spatial and temporal structure of the yellow
826 clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente (Chile)* **8**, 48-
827 57.
- 828 Dugan, J. E., Defeo, O., Jaramillo, E., Jones, A. P., Lastra, M., Nel, R., Peterson, C. H.,
829 Scapini, F., Schlacher, T. A., e Schoeman, D. S. (2010). Give beach ecosystems their day
830 in the sun. *Science* **329**, 1146-1146.
- 831 Dugan, J.E., e McLachlan, A. (1999). An assessment of longshore movement in *Donax*
832 *serra* Röding (Bivalvia: Donacidae) on an exposed sandy beach. *Journal of Experimental*
833 *Marine Biology and Ecology* **234**, 111-124.
- 834 Eleftheriou, A., Holdich, D. M., e Harrison, K. (1980). The systematics and ecology of a
835 new genus of isopod (Sphaeromatidae) from the west coast sandy beaches of
836 India. *Estuarine and Coastal Marine Science* **11**, 251-262.
- 837 Esposito, T., Souza, D. B., Rossini, D., Dos Santos, R., Fernandes, S., e Flynn, M. N.
838 (2006). Marisma fluxo energético e pirâmide de biomassa. In: “Environmental and Health
839 World Congress”. pp. 693-694.

- 840 Felix, G., Cândido, T. F., Silveira, C. B., e Netto, S. A. (2015). Resposta de associações
841 bêmicas ao lançamento de resíduos de drenagem urbana. *Brazilian Journal of Aquatic*
842 *Science and Technology* **19**, 47-56.
- 843 Figueiredo, S. A., Cowell, P., e Short, A. (2007). Intermittent backbeach discharge to the
844 surfzone: modes and geomorphologic implications. *Journal of Coastal Research*, 610-614.
- 845 Flynn, M. N., Tararam, A. S., e Wakabara, Y. (1996). Effects of habitat complexity on the
846 structure of macrobenthic association in a *Spartina alterniflora* marsh. *Revista Brasileira*
847 *de Oceanografia* **44**, 9-21.
- 848 Flynn, M. N., Wakabara, Y., e Tararam, A. S. (1998). Macrobenthic associations of the
849 lower and upper marshes of a tidal flat colonized by *Spartina alterniflora* in Cananéia
850 lagoon estuarine region (southeastern Brazil). *Bulletin of Marine Science* **63**, 427-442.
- 851 Folk, R. L., e Ward, W. C. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain
852 size parameters. *Journal of Sedimentary Research* **27**.
- 853 Gandara-Martins, A. L., Borzone, C. A., Guilherme, P. D., e Vieira, J. V. (2015). Spatial
854 effects of a washout on sandy beach macrofauna zonation and abundance. *Journal of*
855 *Coastal Research* **31**, 1459-1468.
- 856 Giambiagi, D. (1922). Cuatro nuevos isópodos de la Argentina. *Physis* **5**, 230-244.
- 857 Hacking, N. (1998). Macrofaunal community structure of beaches in northern New South
858 Wales, Australia. *Marine and Freshwater Research* **49**, 47-53.
- 859 Hartnoll, R. G. (1978). The determination of relative growth in crustacea. *Crustaceana* **34**,
860 281-293.
- 861 Jaramillo, E., Duarte, C., e Contreras, H. (2000). Sandy beach macroinfauna from the coast
862 of Ancud, Isla de Chiloe, Southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **73**, 771-
863 786.
- 864 Jaramillo, E., e McLachlan, A. (1993). Community and population responses of the
865 macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in south-central
866 Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **37**, 615-624.

- 867 La Cock, G. D., e Burkinshaw, J. R. (1996). Management implications of development
868 resulting in disruption of a headland bypass dunefield and its associated river. *Landscape*
869 *and Urban Planning* **34**, 373–381.
- 870 Lercari, D., Defeo, O., e Celentano, E. (2002). Consequences of freshwater canal discharge
871 on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution*
872 *Bulletin* **44**, 1397-1404.
- 873 Lercari, D., e Defeo, O. (1999). Effects of freshwater discharge in sandy beach
874 populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf*
875 *Science* **49**, 457–468.
- 876 Lercari, D., e Defeo, O. (2006). Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach
877 macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. *Estuarine, Coastal and*
878 *Shelf Science* **68**, 27-35.
- 879 Loyola e Silva, J. (1960). Sphaeromatidae do litoral brasileiro. *Boletim da Universidade do*
880 *Paraná* **4**, 1-182.
- 881 Lozoya, J. P., e Defeo, O. (2006). Effects of a freshwater canal discharge on an
882 ovoviviparous isopod inhabiting an exposed sandy beach. *Marine and Freshwater*
883 *Research* **57**, 421-428.
- 884 Lozoya, J. P., Gómez, J., e Defeo, O. (2010). Modelling large-scale effects of estuarine and
885 morphodynamic gradients on distribution and abundance of the sandy beach isopod
886 *Excirrolana armata*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **87**, 472-478.
- 887 Macedo, L. V., Campos, C. M., Momesso, A. C., Lira, A. C., Portilho, A., e Flynn, M. N.
888 (2007). Fluxo energético e pirâmide de biomassa das comunidades de marisma da região
889 de Cananéia/Iguape-SP. In “Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de
890 Setembro de 2007, Caxambu – MG”. pp. 28-28.
- 891 McLachlan, A. (1989). Water filtration by dissipative beaches. *Limnology and*
892 *Oceanography* **34**, 774–780.
- 893 McLachlan, A. (1996). Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand
894 particle size on beach fauna. *Marine Ecology Progress Series* **131**, 205-217.

- 895 McLachlan, A., e Brown, A. (2006). “The Ecology of Sandy Shores”. (Academic Press:
896 New York).
- 897 McLachlan, A., e Burns, M. (1992). Headland bypass dunes on the South African coast:
898 100 years of (mis) management. *Coastal dunes: Geomorphology, Ecology and*
899 *Management for Conservation*, 71–79.
- 900 McLachlan, A., Eliot, I. G., e Clarke, D. J. (1985). Water filtration through reflective
901 microtidal beaches and shallow sublittoral sands and its implications for an inshore
902 ecosystem in Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **21**, 91-104.
- 903 McLachlan, A., Jaramillo, E., Defeo, O., Dugan, J., De Ruyck, A., e Coetzee, P. (1995).
904 Adaptations of bivalves to different beach types. *Journal of Experimental Marine Biology*
905 *and Ecology* **187**, 147-160.
- 906 Nardi, M., Morgan, E., e Scapini, F. (2003). Seasonal variation in the free-running period
907 in two *Talitrus saltator* populations from Italian beaches differing in morphodynamics and
908 human disturbance. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **58**, 199-206.
- 909 Nybakken, J. W. (1993). “Marine biology: an ecological approach”.
- 910 Ozorio, C. P. (1993). Estrutura espacial e sazonal da macrofauna bentônica da Lagoa das
911 Custódias, Tramandaí (RS), Brasil: situações de verão e inverno. Dissertação (Mestrado
912 em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto
913 Alegre, Rio Grande do Sul.
- 914 Pereira da Silva, R. (1998). Ocorrência, distribuição e características morfodinâmicas dos
915 sangradouros na zona costeira do Rio Grande do Sul: trecho Rio Grande - Chuí, RS.
916 Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal
917 do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 918 Peres, J. M. (1982). Zonations and organismic assemblages. *Marine Ecology* **5**, 9-45.
- 919 Pinotti, R. M. (2014). A estrutura do macrozoobentos em uma praia arenosa no extremo sul
920 do Brasil: a influência da morfodinâmica, de feições geomorfológicas e de eventos
921 meteorológicos. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Instituto de Oceanografia,
922 Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

- 923 Pires, A. M. S. (1982). Sphaeromatidae (Isopoda: Flabellifera) da zona entre marés e
924 fundos rasos dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. *Boletim do Instituto*
925 *Oceanográfico* **31**, 43-55.
- 926 Poore, G. C.B., e Bruce, N. L. (2012). Global diversity of marine isopods (except Asellota
927 and crustacean symbionts). *PloS One* **7**, e43529.
- 928 Rosa, L. C. D. (2009). As praias estuarinas da Baía de Paranaguá (Região Sul do Brasil):
929 aspectos morfodinâmicos e ecológicos. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) –
930 Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- 931 Rumbold, D. G., Davis, P. W., e Perretta, C. (2001). Estimating the effect of beach
932 nourishment on *Caretta caretta* (loggerhead sea turtle) nesting. *Restoration Ecology* **9**,
933 304-310.
- 934 Salvat, B. (1964). Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles
935 intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. *Comptes rendus hebdomadaires*
936 *des seances de l'academie des sciences* **259**, 1576.
- 937 Sandrini-Neto, L., e Camargo, M. G. (2011). GAD: an R package for ANOVA designs
938 from general principles. Available on CRAN. Vienna: R Foundation for Statistical
939 Computing.
- 940 Santos, P. J. P. (1991). Morphodynamical influence of a temporary freshwater stream on
941 the population dynamics of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on a sandy beach in
942 southern Brazil. *Bulletin of Marine Science* **48**, 657-664.
- 943 Schlacher, T. A., Thompson, L., e Price, S. (2007). Vehicles versus conservation of
944 invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost
945 crabs. *Marine Ecology* **28**, 354-367.
- 946 Schoeman, D. S., e Richardson, A. J. (2002). Investigating biotic and abiotic factors
947 affecting the recruitment of an intertidal clam on an exposed sandy beach using a
948 generalized additive model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **276**, 67-
949 81.

- 950 Short, A. D. (1999). “Handbook of beach and shoreface morphodynamics”. (John Wiley e
951 Sons: New York).
- 952 Short, A. D. (2003). Australia beach systems-the morphodynamics of wave through tide-
953 dominated beach-dune systems. *Journal of Coastal Research*, 7-20.
- 954 Smit, N.J., Bruce, N.L., e Hadfield, K.A. (2014). Global diversity of fish parasitic isopod
955 crustaceans of the family Cymothoidae. *International Journal of Parasitology: Parasites
956 and Wildlife* **3**, 188-197.
- 957 Souza, J. R. B. (1991). Zonação e variação temporal da macrofauna bentônica da praia
958 arenosa de Barrancos – PR. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências
959 Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- 960 Souza, J. R. B. (1998). Produção secundária da macrofauna bentônica da Praia de Atami,
961 Paraná, Brasil. Tese (Doutorado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas,
962 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- 963 Souza, J. R. B., e Gianuca, N. M. (1995). Zonation and seasonal variation of the intertidal
964 macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Scientia Marina* **59**, 103-111.
- 965 Strickland, J. D. H., e Parsons, T. R. (1972). “A practical handbook of seawater
966 analysis”. (Fisheries Research Board of Canada: Ottawa).
- 967 Suchanek, T. H. (1993). Oil impacts on marine invertebrate populations and
968 communities. *American Zoologist* **33**, 510-523.
- 969 Taberner, R. (1988). Sobre Ias espécies de água dulce de Ia familia Sphaeromatidae
970 (Isopoda, Flabellifera) I: *Basphaeroma rhombofrontale* (Giambiagi, 1922). *Physis* **46**, 21-
971 27.
- 972 Underwood, A. J. (1997). “Experiments in Ecology: Their logical design and interpretation
973 using analysis of variance”. (Cambridge University Press: Cambridge).
- 974 Valentin, J. L. (2000). “Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de
975 dados ecológicos”. (Interciência: Rio de Janeiro).

- 976 Varoli, F. M. F. (1990). Avaliação da macrofauna bentônica da zona entre-marés em dois
977 baixios do sistema estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia. *Bioikos* **4**, 24-39.
- 978 Vieira, J. V., Borzone, C. A., Lorenzi, L., e Carvalho, F. G. D. (2012). Human impact on
979 the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic
980 characteristics in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* **60**, 137-150.
- 981 Wells, R. G., e Daborn, G. R. (1998). “Río de la Plata; una revisión ambiental: un informe
982 de antecedentes del proyecto EcoPlata, julio 1997”. (Universidad de Dalhousie).
- 983 Wenner, A. M. (1972). Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *The American*
984 *Naturalist* **106**, 321-350.
- 985 Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The*
986 *Journal of Geology* **30**, 377-392.
- 987 Wetzer, R., Perez-Losada, M., Bruce, N. L. (2013). Phylogenetic relationships of the
988 family Sphaeromatidae Latreille, 1825 (Crustacea: Peracarida: Isopoda) with
989 Sphaeromatidea based on 18S-rDNA molecular data. *Zootaxa* **3599**, 161-177.
- 990 Williams, J.D., e Boyko, C.B. (2012). The global diversity of parastic isopods associated
991 with crustacean hosts (Isopoda: Bopyroidea and Cryptoniscoidea). *PloS One* **7**, e35350.
- 992 Wright, L. D., e Short, A. D. (1984). Morphodynamic variability of surf zones and
993 beaches: a synthesis. *Marine geology* **56**, 93-118.
- 994 Würdig, N. L., e Dornelles da Silva, C. M. (1990). Distribuição e abundância da
995 comunidade de Isopoda na Lagoa do Gentil, sistema lagunar de Tramandaí, RS. *Acta*
996 *Limnologica Brasiliensia* **3**, 785-806.
- 997 Yamagata, A. A., Brito, R., Costa, G. V., Aihara, A. S., Dias, C. V., Ramires, C. C., e
998 Flynn, M. N. (2007). Estruturação da comunidade macrobêntica de marisma nas formas
999 baixa e alta de *Spartina alterniflora*. In “Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil,
1000 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG”.
- 1001 Zuñiga, O., Pena, R. e Clarke, M. (1985). Historia de vida y produccion de *Excirrolana*
1002 *braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). *Estudios Oceanológicos* **4**, 9-19.