

ANGELICA XAVIER DE MIRANDA RIBAS VIANNA

ESTUDO BIOECOLÓGICO DE ESPÉCIES DE COLEÓPTERA DO  
GÊNERO *BLEDIUS* LEACH, 1819, EM PRAIAS ARENOSAS DE  
PONTAL DO SUL, PARANÁ, BRASIL.

ANGELICA XAVIER DE MIRANDA RIBAS VIANNA

ESTUDO BIOECOLÓGICO DE ESPÉCIES DE COLEÓPTERA DO  
GÊNERO *BLEDIUS* LEACH, 1819, EM PRAIAS ARENOSAS DE  
PONTAL DO SUL, PARANÁ, BRASIL.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação, no Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone

CURITIBA  
2013

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que auxiliaram, de alguma forma, na concretização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Carlos Alberto Borzone, não somente pela orientação, mas também pelos conhecimentos compartilhados, ajuda nas coletas e paciência em esclarecer dúvidas pertinentes.

Aos colegas de laboratório, em especial à Ana L. Gandara Martins, Jenyffer Vierheller Vieira e Pablo Damian Borges Guilherme pelas sugestões, ideias, discussões, descontração e ajudas nas coletas. Ao Pablo também quero agradecer pela ajuda nas edições dos gráficos e algumas imagens.

A todo o povo que me ajudou em alguma das 50 coletas, Kaline Brazauskas, Felipe Freitas, Dáphne Souza, Yuri Harada, Isabeli Mesquita, Iarema Carvalho, Valéria Coelho, Maiara Miotto, Gleici Montanini, Inara Mendonça, João Bosco Junior, Priscilla Lucena de Oliveira, Larissa Pinto, Ana Emília Woltrich. Às duas ultimas agradeço, também, a ajuda nas lavagens.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Mauricio Garcia de Camargo, Leonardo Sandrini-Neto, Eliandro Gilbert e Renato Bot Neto pelas sugestões, dicas e auxílio com a estatística. Ao Renato também quero agradecer pela “mão” nos despejos dos baldes de sedimento.

Ao aluno Gustavo Zanfra Paitch pela edição de algumas imagens, ao amigo Felipe Andrade Gazzoni pela ajuda na tradução e ao Angélico Fortunato Asenjo Flores pelas explicações, artigos e ensinamentos sobre *Bledius*.

Aos amigos, Nathália Moreira, Marta Sixto e Fabian Sá pelas caminhadas, conversas e desabafos. Aos amigos, Agnes Brizola, Bianca Almeida, Felipe Nunes, Kyra Doetzer que, mesmo sem entender muito bem o que eu faço, sempre me apoiaram e deram muito incentivo. Aos amigos de Pontal do Sul, pelas ideias e discussões sobre assuntos aleatórios que foram de suma importância na descontração e relaxamento da mente.

Quero agradecer ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) pela concessão da bolsa de estudos, que tornou possível a conclusão deste trabalho.

Expresso meu agradecimento também ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação desta Universidade. Estendo os agradecimentos a todos os

coordenadores e a querida secretária Valéria, pelo apoio, esclarecimento e favores prestados, possibilitando o desenvolvimento fora de Curitiba.

E, finalmente, à minha família, meu tio pelo apoio financeiro no congresso, e minha mãe e irmã pelo incentivo, ajuda nas coletas (elas também) e paciência, principalmente nas últimas semanas estressantes e agonizantes! Muito obrigada!

“Podemos praticar atos nobres sem ter de dominar a terra e o mar.”

“Don't stop me now”

(Freddie Mercury)

## RESUMO

A família Staphylinidae tem ampla distribuição ao longo do globo e apresenta diversos gêneros. A subfamília Oxytelinae apresenta o gênero *Bledius* Leach, 1819 como o segundo maior em termos de riqueza de espécies. A ocorrência de três espécies de *Bledius* foi registrada no litoral paranaense: *Bledius bonariensis*, *Bledius fernandezii* e *Bledius hermani*. O presente trabalho teve como objetivo estudar alguns aspectos da biologia e ecologia desses Staphylinidae ocorrentes no litoral do Paraná, em dois setores da praia de Pontal do Sul denominados de Assenodi e Cem. Os setores apresentaram diferenças quanto a parâmetros sedimentológicos e concentrações de clorofila. Registrou-se a ocorrência de *B. bonariensis* e *B. fernandezii* no supralitoral do setor Assenodi, com uma clara diferença na distribuição espacial, sendo observada pouca sobreposição. A espécie *B. hermani* ocorreu próximo à linha de detrito, no setor Cem. As três espécies exibiram influência das características sedimentológicas, umidade e disponibilidade de alimento em suas distribuições. Duas espécies foram estudadas ao longo de 50 coletas semanais (*B. bonariensis* e *B. hermani*). A partir disso, pode-se perceber que *B. bonariensis* tem preferência pelo supralitoral, contudo a sua distribuição pode-se estender para o mesolitoral. Essa espécie apresenta pequenas flutuações na abundância, especialmente se comparada com as abundâncias de *B. hermani*, com grandes variações de uma semana para outra, e baixíssimas abundâncias no período invernal. A sua distribuição ficou quase restrita ao mesolitoral da praia, por baixo da linha de detrito ou linha de deixa. Sugere-se que *B. bonariensis* permaneça de quatro a cinco semanas em estágio larval para, então, virar adulto e a larva de *B. hermani* demore o tempo de quatro semanas para o próximo estágio de adulto. As duas espécies demonstraram diferentes hábitos e estratégias de vida.

Palavras chave: Ciclo de vida, Distribuição, Mesolitoral, Supralitoral, Parâmetros abióticos.

## ABSTRACT

The family Staphylinidae has a wide distribution over the globe and has diverse genus. The subfamily Oxytelinae presents the genus *Bledius* Leach, 1819 like the second highest in species richness. The occurrence of three species of *Bledius* was recorded on the coast of Paraná: *Bledius bonariensis*, *Bledius fernandesi* and *Bledius hermani*. The present work was to study some aspects of the biology and ecology of these Staphylinidae occurrent on the coast of Paraná (Assenodi sectors and Cem). The sectors submitted differences related to sediment parameters and chlorophyll concentrations. Reported the occurrence of *B. bonariensis* and *B. fernandesi* in supralittoral Assenodi sector, with a clear difference in the spatial distribution, observed little overlap. The species *B. hermani* has occurred near line of detritus, of the Cem sector. The three species exhibited influence sediment characteristics, humidity and food availability in their distributions. Two species were studied during 50 weekly collections (*B. bonariensis* and *B. hermani*). From this, we can perceive that *B. bonariensis* has preference for the supralittoral, but can disperse to mesolittoral. This species has small fluctuations in population density, while *B. hermani* exhibited a large range nearby week narrow the mesolittoral, underneath of the drift line. The population of *B. bonariensis* declines in the winter and *B. hermani* reduces to almost zero. It is suggested that *B. bonariensis* remain five weeks in larval stage to then turn adult and larva of *B. hermani* delay over time of four weeks for the next stage. The two species demonstrated different habits and life strategies.

Keyword: Lifecycle, Distribution, Mesolittoral, Supralittoral, Abiotic Parameters.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul e as áreas que foram amostradas (Assenodi e Cem). ..... 15
- FIGURA 2. Rastros de larvas de *Bledius hermani*. ..... 16
- FIGURA 3. Rastros de *Bledius* spp. As setas indicam entrada de tocas. .... 17
- FIGURA 4. Rastros de *Bledius hermani*, coleta com alta densidade de indivíduos. .... 17
- FIGURA 5. Perfil topográfico nos dois setores estudados, indicando a posição dos estratos. .... 27
- FIGURA 6. Umidade do sedimento por estrato. a) Assenodi; b) Cem ..... 28
- FIGURA 7. PCA relacionando os estratos dos dois setores e as variáveis ambientais.. 29
- FIGURA 8. Distribuição das espécies de *Bledius* por 0,017 m<sup>2</sup> por estrato nos dois setores de praia. a) Assenodi; b) Cem ..... 30
- FIGURA 9. PCA da praia Assenodi, relacionando as variáveis abióticas e as espécies ocorrentes neste ambiente (*B. bonariensis* e *B. fernandezii*). ..... 31
- FIGURA 10. PCA da praia Cem, relacionando as variáveis abióticas e a espécie ocorrente neste ambiente (*B. hermani*). ..... 32
- FIGURA 11. Ontogenia de *Bledius bonariensis*. ..... 46
- FIGURA 12. As duas espécies estudadas ao longo do ano. À esquerda *Bledius bonariensis* e a direita *Bledius hermani*. ..... 48
- FIGURA 13. Larva mensurada, com indicação da parte medida. .... 49
- FIGURA 14. Distribuição dos rastros visíveis e a distâncias desses rastros em relação à linha de detrito ao longo de algumas coletas. .... 52
- FIGURA 15. Abundância de adultos e larvas (média ± desvio padrão; n= 30) no setor Assenodi ao longo das 50 semanas de coletas. .... 54
- FIGURA 16. Abundância de adultos e larvas (média ± desvio padrão; n= 30) no setor Cem ao longo das 50 semanas de coletas. .... 55
- FIGURA 17. Abundância média de *B. bonariensis* e parâmetros ambientais no setor Assenodi ao longo das 50 semanas de coletas. a) Precipitação (mm); b) Temperatura do ar (°C); c) Temperatura do sedimento (°C); d) Umidade do sedimento (%). ..... 58
- FIGURA 18. Abundância média das larvas de *B. bonariensis* e parâmetros ambientais no setor Assenodi ao longo das 50 semanas de coletas. a) Precipitação (mm); b) Temperatura do ar (°C); c) Temperatura do sedimento (°C); d) Umidade do sedimento (%). ..... **Erro! Indicador não definido.**
- FIGURA 19. Abundância média de *B. hermani* e parâmetros ambientais no setor Cem ao longo das 50 semanas de coletas. a) Precipitação (mm); b) Temperatura do ar (°C); c) Temperatura do sedimento (°C); d) Umidade do sedimento (%). ..... 61
- FIGURA 20. Abundância média das larvas de *B. hermani* e parâmetros ambientais no setor Cem ao longo das 50 semanas de coletas. a) Precipitação (mm); b) Temperatura do ar (°C); c) Temperatura do sedimento (°C); d) Umidade do sedimento (%). ..... **Erro! Indicador não definido.**



FIGURA 21. Frequência de classe de tamanho de larvas de <i>B. bonariensis</i> . .....	62
FIGURA 22. Frequência de classe de tamanho de larvas de <i>B. hermani</i> .....	63
FIGURA 23. Frequência de classe de tamanho das larvas de <i>B. bonariensis</i> , dos meses de janeiro a março (verão) e agosto a outubro (inverno/primavera), categorizada por semana.....	65
FIGURA 24. Frequência de classe de tamanho das larvas de <i>B. hermani</i> , dos meses de janeiro a março (verão) e outubro a dezembro (primavera), categorizada por semana. ....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas analisadas nos sedimentos dos setores estudadas. (Asse - Assenodi; Cem - Cem; E - estrato; CaCO <sub>3</sub> - Carbonato de cálcio; Temp - temperatura do sedimento.....	28
---	----

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b> .....	11
<b>METODOLOGIA GERAL</b> .....	14
<b>Área de estudos</b> .....	14
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
<b>CAPÍTULO I - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES DE COLEÓPTERA DO GÊNERO BLEDIUS LEACH, 1819, EM PRAIAS ARENOSAS DE PONTAL DO SUL, PARANÁ, BRASIL</b> .....	21
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
<b>Coleta de dados</b> .....	25
<b>Análise de dados</b> .....	26
<b>RESULTADOS</b> .....	27
<b>Parâmetros abióticos</b> .....	27
<b>Parâmetros bióticos</b> .....	28
<b>DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>CAPÍTULO II - DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>BLEDIUS BONARIENSIS</i> E <i>BLEDIUS HERMANI</i> EM DUAS PRAIAS ARENOSAS DE PONTAL DO SUL, PARANÁ, BRASIL</b> .....	42
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	42
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	46
<b>Coleta de dados</b> .....	46
<b>Análise de dados</b> .....	48
<b>RESULTADOS</b> .....	50
<b>Parâmetros abióticos</b> .....	50
<b>Distribuição de rastros visíveis</b> .....	50
<b>Fatores Climatológicos e abundância – Assenodi</b> .....	55
<b>Precipitação</b> .....	55
<b>Temperatura do ar</b> .....	55
<b>Temperatura do sedimento</b> .....	57
<b>Umidade do sedimento</b> .....	57

<b>Fatores Climatológicos e abundância – Cem</b> .....	59
<b>Precipitação</b> .....	59
<b>Temperatura do ar</b> .....	59
<b>Temperatura do sedimento</b> .....	60
<b>Umidade do sedimento</b> .....	60
<b>Histograma de tamanho - <i>B. bonariensis</i> (Setor Assenodi)</b> .....	62
<b>Histograma de tamanho - <i>B. hermani</i> (Setor Cem)</b> .....	64
<b>Frequência de tamanho por semana – Setor Assenodi</b> .....	64
<b>Frequência de tamanho por semana – Setor Cem</b> .....	66
<b>DISCUSSÃO</b> .....	68
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	73
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	78

## PREFÁCIO

Praias arenosas são ambientes compostos por sedimentos não consolidados, nos quais elementos básicos (vento, água e sedimento) interagem entre si, desse modo podem ser considerados dinâmicos, transicionais e sensíveis. O tamanho do grão do sedimento, as ondas atuantes e a amplitude de maré influenciam na morfologia e na dinâmica de cada praia (Brown & McLachlan 1990; Short 1996; Dugan *et. al* 2000).

Como o perfil praial é influenciado pelo nível energético das ondas, as praias podem ser classificadas de expostas a muito protegidas, dependendo do grau de exposição às ondas e da granulometria do sedimento (McLachlan 1980). Há outra classificação imposta às praias, na qual se distinguem tipos morfodinâmicos que variam de refletivos, com regime de micro-marés, a dissipativos, com regime de macro-marés e quatro tipos intermediários (Wright & Short 1983; Brown & McLachlan 1990; Short 1996; Dugan *et. al* 2000). As praias arenosas em ambientes protegidos por baías ou interior de estuários apresentam tipos morfodinâmicos mais complexos (Rosa & Borzone 2008).

Os sedimentos inconsolidados que compõem estes sistemas e que são continuamente retrabalhados pela ação de ondas, ventos e correntes de maré, representam um hábitat fisicamente instável para a fauna (Dugan *et. al* 2000). Contudo, são ambientes comuns nas regiões costeiras de todo o planeta, e apresentam uma grande variedade de tamanhos, morfologias, graus de exposição e diversidade de organismos (Nybakken 2000).

As principais fontes de matéria orgânica em praias expostas temperadas dependem de insumos de origens externas que, geralmente, são constituídas por fitoplâncton marinho, macrófitas e diversos detritos orgânicos de origem animal. Essas fontes alóctones associadas aos processos oceanográficos (correntes de derivas, ventos, ondas, entre outros) fornecem nutrientes para as comunidades da macrofauna bêntica (Brown e McLachlan 1990; Dugan *et. al* 2003; McLachlan & Brown 2006).

A região do supralitoral (senso Peres 1982) apresenta uma faixa de detritos composta por matéria orgânica depositada pela ação das marés, conhecida como linha ou faixa de detrito (drift line, wrack line), a qual se distribui de forma contínua ou em manchas sobre a areia da praia. (Colombini *et. al* 2000). Esta linha disponibiliza alimento e proteção à fauna, estruturando comunidades de invertebrados, principalmente artrópodes terrestres (Fallaci *et. al* 2002; Colombini & Chelazzi 2003;

Olabarria *et. al* 2007). Em algumas comunidades, como dos coleópteros do gênero *Bledius*, essa linha demarca o limite da distribuição da população, como no caso de *B. bonariensis* e *B. hermani*. Contudo, também pode não demonstrar influencia na população, como no caso de *B. fernandezii*.

Insetos da família Staphylinidae originaram-se na bacia do Oceano Pacífico e são bastante comuns em outras costas do globo (McLachlan & Brown 2006; Frank & Ahn 2011). Habitam a zona de entre-marés de praias, manguezais, restingas, estuários, marismas e locais inundáveis pelas marés. Acredita-se que 392 espécies em 91 gêneros de Staphylinidae são limitadas a habitats costeiros (Wyatt & Foster 1988; Frank & Ahn 2011).

O grupo Thinobiini é o maior grupo dentro da subfamília Oxytelinae, sendo o gênero *Bledius* Leach, 1819 o segundo em termos de riqueza de espécies. Vivem próximos a bancos de água doce ou corpos de águas salinas, sendo que apenas algumas espécies habitam praias arenosas (Frank & Ahn 2011). O gênero é formado por mais de 450 espécies, distribuídas em 34 grupos (Herman 1986; Frank & Ahn 2011).

O gênero *Bledius* ocorre com maior frequência em locais não vegetados ou levemente vegetados, com areia úmida, próximo a corpos d'água. Inicialmente selecionam seu hábitat devido à umidade do solo, salinidade, textura e, em escalas menores, devido ao tamanho da areia e disponibilidade de alimento. A pressão de predadores e competição pode influenciar o limite do hábitat (Herman 1986). Constroem tocas superficiais (de 5 a 200 mm), as quais podem ser reconhecidas através de pilhas hemisféricas ou traços sinuosos de areia seca aglutinadas na entrada (Figura 2-4). Locais com densa população pode apresentar numerosos rastros, deixando a superfície mole e pulverulenta (Herman 1972; Herman 1986; Souza & Gianuca 1995; Caron & Ribeiro-Costa 2007; Gandara-Martins *et. al* 2010).

Herman (2001) listou dez espécies no Brasil, uma no sul (*Bledius bonariensis*) e as outras distribuídas no norte e centro-oeste do país. Contudo, outras duas espécies (*Bledius hermani* e *Bledius fernandezii*) têm sido relatadas no sul do país (Borzzone *et. al* 1996; Borzzone & Souza 1997; Caron & Ribeiro-Costa 2007; Gandara-Martins *et. al* 2010).

No litoral paranaense há a ocorrência de três espécies de *Bledius* (Caron & Ribeiro-Costa 2007), conforme descrição abaixo:

- *Bledius bonariensis* Bernhauer, 1912 - Caracteriza-se pela presença de projeção supra-antenal estendida anteriormente na cabeça, sendo mais desenvolvida nos

machos, mandíbula tridente nos machos e quadridente nas fêmeas, o pronoto apresenta uma constrição abrupta perto da base.

- *Bledius fernandesi* Bernhauer, 1939 - Apresenta corpo marrom-escuro, antenas e pernas castanho-amareladas e élitros amarelos dourado com mancha castanha escura, a qual se estende póstero-medialmente para uma cor mais clara. Esta espécie não apresenta dimorfismo sexual.
- *Bledius hermani* Caron & Ribeiro-Costa, 2007- Apresentam fissuras procoxais abertas e corpo marrom em tons que variam do marrom avermelhado ao marrom escuro. Já as antenas, maxila, lábios e pernas apresentam coloração amarelada. Os élitros são amarelo-pálido com mancha acastanhada basal e mediana, usualmente subapical. As fêmeas assemelham-se com os machos, contudo não apresentam margem posterior do esternito nem lobo mediano.

Alguns trabalhos sugerem a utilização destes coleópteros como potenciais indicadores da qualidade do ecossistema praias por se mostrarem extremamente sensíveis às variações ambientais e antrópicas. A ausência destes organismos em praias com alto nível de urbanização e atividades recreativas (pisoteio), bem como práticas associadas à remoção de detritos vem sendo observadas por diferentes autores (Bohac 1999; Barros *et. al*, 2001; Gandara-Martins *et. al* 2010; Vieira *et. al* 2012).

Embora haja estudos sobre os aspectos taxonômicos destas espécies, pouco se conhece sobre sua biologia e ecologia nas praias do litoral brasileiro. A presente dissertação teve como objetivo principal estudar alguns aspectos da biologia e ecologia das espécies de Staphylinidae ocorrentes em praias do litoral do Paraná. Para melhor compreensão, o trabalho foi dividido em dois capítulos: o primeiro analisou a distribuição espacial das espécies e suas relações com algumas variáveis ambientais (e.g. umidade e temperatura do sedimento, clorofila e características texturais do sedimento), enquanto o segundo capítulo examinou a dinâmica populacional de duas espécies do gênero *Bledius* ao longo das quatro estações de um ano.

## METODOLOGIA GERAL

### *Área de estudo*

A área litorânea do estado do Paraná é formada por aproximadamente 100 km de extensão e inclui várias praias oceânicas abertas e estuarinas. Apresenta orientação norte-nordeste (NNE) (Gandara-Martins *et. al* 2010) e se localiza entre os paralelos 25°12'S e 25°58'S e o meridiano 48°01'W (Angulo 1992). Ao norte, situa-se a praia de Superagüí com cerca de 40 km de extensão, ao centro o balneário Praia de Leste com 30 km e ao sul outras praias de menor extensão.

Segundo Bigarella (2001), a largura das praias do estado do Paraná varia de 50 a 80 m, podendo, atingir até 200 m em alguns locais, como em Pontal do Sul (Fig. 1). A inclinação do perfil geralmente é suave e pouco variável. Há degradação paisagística, bem como intensa degradação física de restingas e dunas, por isso são consideradas áreas instáveis e vulneráveis a qualquer perturbação.

O presente estudo foi realizado no município de Pontal do Paraná, o qual é composto por 48 balneários em aproximadamente 22 km (Braga 2008), no balneário de Pontal do Sul. Esse balneário apresenta influencia de um sistema de barras submersas altamente dinâmico que se propagam de acordo com as situações de marés (Borzzone *et. al* 2003). As marés são caracterizadas pelo regime de micromaré com padrão semi-diurno desigual, podendo chegar a seis ciclos de maré por dia em situação de quadratura (Lana, *et. al* 2001). A amplitude máxima chega a 2m e a amplitude média é de, aproximadamente, 0,84 m (Souza & Gianuca 1995).

O clima é caracterizado como *Cfa*, subtropical úmido, conforme a classificação de Köeppen, sem estações secas, sendo o verão a estação mais chuvosa (Angulo 1992) e temperatura do mês mais quente superior a 22°C. Os ventos variam, sendo predominantes os ventos sul e leste durante o verão e primavera e os ventos norte e oeste no outono e inverno (Souza 1998).



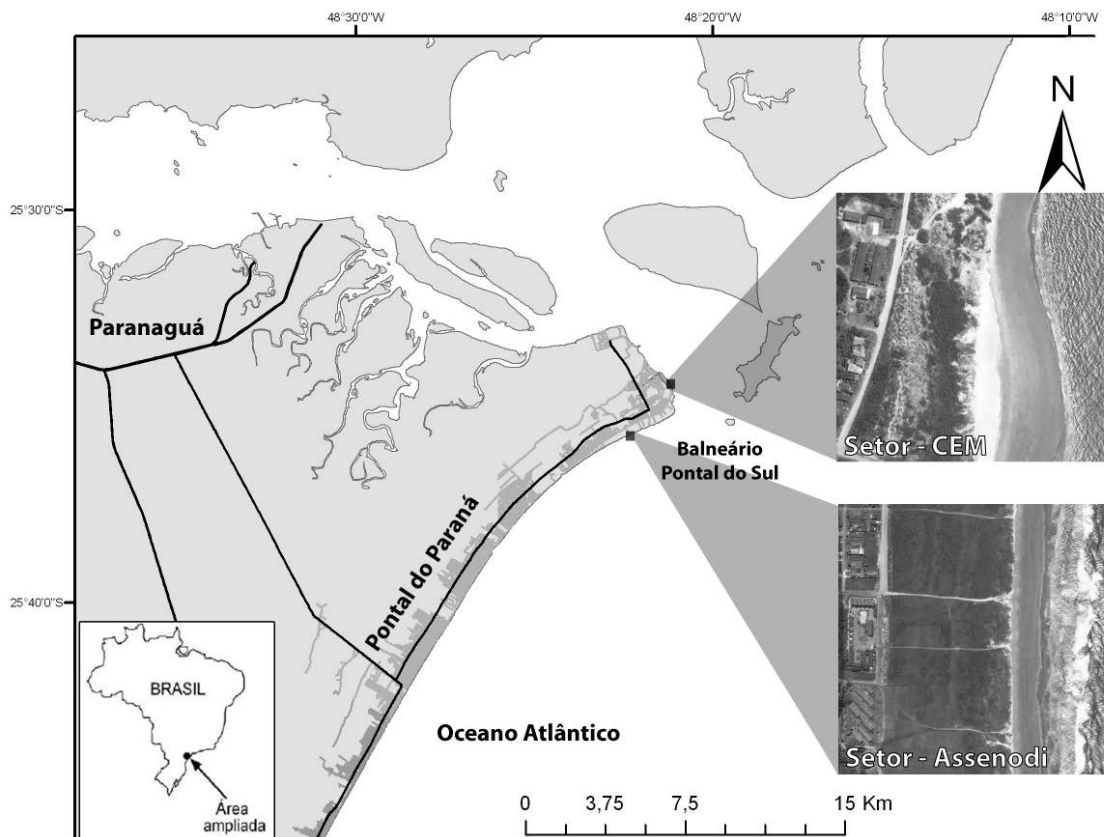


Figura 1. Mapa da região central do litoral paranaense. Em destaque o balneário de Pontal do Sul e as áreas que foram amostradas (Assenodi e Cem).

FONTE: Pablo D. B. Guilherme

No balneário de Pontal do Sul, há uma grande variação morfológica ao longo das praias que formam um arco praiial. Existe um setor mais externo, com maior ação de ondas e menor influência do estuário, denominado Assenodi ( $25^{\circ}35'24''S$ ;  $48^{\circ}22'04''W$ ), e um setor mais interno, protegido e com grande influência do estuário, denominado Cem ( $25^{\circ}34'20''S$ ;  $48^{\circ}20'53''W$ ).

No local externo, o aporte de detrito e a influência da maré são menores, contudo a ação de ondas é maior. O estado morfodinâmico é dissipativo com arrebenção de alta dissipação durante o ano. A declividade apresenta grande variabilidade ao longo do ano, sendo suave na parte subaérea, bem como na submersa (Souza 1998). Os sedimentos são compostos por areia fina a muito fina, muito bem selecionada. Este local apresenta períodos construtivos da faixa de areia, na qual barras paralelas emersas predominam na primavera e verão e períodos destrutivos sem barras no outono e inverno (Soares *et. al* 1997). Nas proximidades deste local existem pequenos sangradouros que escoam a água acumulada das chuvas na restinga (Braga 2008).

No setor interno (Cem) foi definido um local de coleta em frente ao Centro de Estudos do Mar. Este local apresenta estado morfodinâmico intermediário e perfil com declividade acentuada na face praial, maior aporte de detrito e maior influencia da maré. A forte influencia de ondulação ocorre, principalmente, durante maré alta, quando os efeitos dissipativos das barras submersas são atenuados e as ondas mudam de direção e entram no estuário (Borzzone *et. al* 2003). Neste local não há a presença de sangradouros e existe pouca acumulação de água na restinga. É notória também uma persistente formação de sistemas de dunas, provavelmente por uma maior exposição aos ventos dominantes de NE durante o período estival.



Figura 2. Rastros de larvas de *Bledius hermani*.  
Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna



Figura 3. Rastros de *Bledius* spp. As setas indicam entrada de tocas.  
Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna



Figura 4. Rastros de *Bledius hermani*, coleta com alta densidade de indivíduos.  
Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna

## REFERÊNCIAS

- Angulo, R. J. (1992) **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. [S.l.]: Universidade de São Paulo.
- Barros, F., Borzone, C. A. & Rosso, S. (2001) *Macroinfauna of six beaches near Guaratuba Bay, southern Brazil*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v 44 p 351–364.
- Bohac, J. 1999. *Staphylinid beetles as bioindicators*. Agriculture, **Ecosystems and Environment**, v 74 p 357–372.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B; Soares, A.G. (1996) Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena de História Natural**, v 69 p 565-577.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997) Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. **Oceanologia Brasiliensis**, v 3 p 197-212.
- Braga, V.Z. Composição e variação espaço-temporal do microfitobentos na praia arenosa do Village (Pontal do sul, Paraná, Brasil). 60f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008
- Brown, A.C.; McLachlan, A. (1990). Ecology of Sandy Shores. **Elsevier**, 327p.
- Caron, E.; Ribeiro-Costa, C.S. (2007) *Bledius* Leach from southern Brazil (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae) **Revista Brasileira de Entomologia** v 51 n 4 p 452-457.
- Colombini, I., A. Aloia, M. Fallaci, G. Pezzoli & L. Chelazzi (2000). "Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach." **Marine Biology** v 136 p 531-541.
- Colombini, I. & L. Chelazzi (2003). "Influence of Marine Allochthonous input on sandy beach communities." **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v 41 p 115-159.
- Dugan, J.E.; Hubbard, D.M.; Lastra, M. (2000) Burrowing abilities and swash behaviour of three crabs, *Emerita analoga* Stimpson, *Blepharipoda occidentalis* Randall, and *Lepidopacalifornica* Efford (Anomura, Hippoidea), of exposed sandy beaches. **J Exp Mar Biol Ecol**, v 255 p 229–245.

- Dugan, J.E., Hubbard, D.M., McCrary, M.D., Pierson, M.O. (2003) The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. **Estuarine Coastal and Shelf Science** v 58S, p 25–40.
- Fallaci, M., Aloia, A., Colombini, I. & Chelazzi, L. (2002) *Population dynamics and life history of two Phaleria species (Coleoptera, Tenebrionidae) living on the Tyrrhenian sandy coast of central Italy*. **acta oecologica**, v 23 p 69–79.
- Frank, J.H.; Ahn, K.J. (2011) Coastal Staphylinidae (Coleoptera): A worldwide checklist, biogeography and natural history. **ZooKeys**, v 107 p 1–98
- Gandara-Martins, A. L.1; Borzone, C. A.; Rosa, L. C. & Caron, E. (2010) Ocorrência de três espécies do gênero *Bledius* Leach, 1819 (Coleoptera, staphylinidae, oxytelinae) nas praias arenosas expostas do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v 14 n 2 p 23-30.
- Herman, L.H. (1972) Revision of *Bledius* and Related Genera parte I. The *Aequatorialis*, *Mandibularis*, and *Semiferrugineus* groups and two new genera (coleoptera, staphylinidae, oxytelinae). **American Museum of Natural History**. v 149.
- Herman, L.H. (1986) Revision of *Bledius* parte IV. Classification of species, groups, phylogeny, natural history, and catalogue (coleoptera, staphylinidae, oxytelinae). **American Museum of Natural History**. v 184.
- Herman, L.H. (2001) Catalog of the Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) 1758 to the end of the second millennium, parts I-VII. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. v 167 p 1–4218.
- Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M.; Machado, E.C. (2001) The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá bay, Brazil. **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. v 144 p 132- 145.
- McLachlan, A. (1980) The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. **The South African Journal of Science**. v 76 p 137-138.
- McLachlan, A.; Brown, A. (2006) **The ecology of sandy shores**. Academic Press, San Diego. 2ª edição.
- Nybakken, J.W. (2000) *Marine Biology: An Ecological Approach*. 5ed. United States: **Benjamin-Cummings Pub Co**. 516p.

- Olabarria, C.; Lastra, M.; Garrido, J. (2007) Succession of macrofauna on macroalgal wrack of an exposed sandy beach: Effects of patch size and site. **Marine Environmental Research**, v 63 p 19–40
- Peres, J.M. (1982) Zonations. **Marine Ecology**, Kinne Ed., New York, v 5, part1, p 9-45.
- Rosa, L.C; Borzone, C.A (2008) Uma abordagem morfodinâmica na caracterização física das praias estuarinas da Baía de Paranaguá, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. v 38 n 2 p 237-245.
- Short, A.D. (1996) The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de Historia Natural**, v 69 p 589-604.
- Soares, C.R.; Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997) Variações morfológicas e sedimentológica ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa do sul do Brasil. **Oecologia brasiliensis**. v 3 p 245-258
- Souza, J.R.B.; Gianuca, N.M. (1995) Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. **Scientia Marina**, v 59 n 2 p 103-111.
- Souza 98
- Vieira, J. V., Borzone, C. A., Lorenzi, L., Grecco, F. C. (2012) *Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil*. **Brazilian Journal of Oceanography**, v 60 n 2 p 137-150.
- Wright, L.D.; Short, A.D. (1983) Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: Komar, P.D. (ed.). **Handbook of Coastal Process and Erosion**. CRC Press, p 35- 66.
- Wyatt, T.D.; Foster, W.A (1988) Distribution and abundance of the intertidal saltmarsh beetle, *Bledius spectabilis*. **Ecological Entomology**, v 13 p 453-464

## CAPITULO I

### Distribuição espacial das espécies de coleoptera do gênero *Bledius* em duas praias arenosas de Pontal do Sul, Paraná, Brasil.

#### INTRODUÇÃO

A comunidade faunística do ambiente de praia é composta por organismos permanentes, que normalmente apresentam uma distribuição agregada em manchas (McLachlan 1980, Brazeiro & Defeo, 1996, Defeo & McLachlan, 2005). As quais podem ser consequência da movimentação e distribuição passiva em função do varrido das ondas e da concentração localizada de alimento. O tamanho destas manchas pode variar de 10 a 100 m. (McLachlan & Hesp 1984; Tarr *et. al* 1985; Amaral & Borzone 2008). Já as posições dessas manchas vão divergir conforme a sensibilidade de cada espécie frente a variações ambientais (umidade, erosão ou acreção da praia, ventos, amplitude de maré), concentrações de alimento e/ou competição e predação (McLachlan & Hesp, 1984; Dugan & McLachlan, 1999; Defeo & Rueda, 2002; Defeo & McLachlan, 2005). Mesmo com a alta dinâmica sedimentar, os habitantes das praias arenosas geralmente apresentam uma clara distribuição espacial em função do principal gradiente ambiental.

A distribuição espacial da macrofauna ao longo do perfil praiar segue um padrão característico, o qual é denominado de zonação. Esta, por sua vez, é influenciada por vários fatores (e.g. presença ou ausência de água no substrato devido à flutuação da maré, salinidade, exposição à radiação solar, tamanho do grão do sedimento, quantidade de alimento). A limitação a um determinado estrato e/ou gradiente ambiental identifica a zonação de uma determinada espécie. Veloso *et. al* (2003) sugerem que para a definição da zonação é necessário considerar os parâmetros abióticos do local de estudo e a interação deles com as características da própria espécie.

Muitos esquemas vêm sendo propostos para descrever a zonação de organismos em praias arenosas. O primeiro foi apresentado por Dahl (1952), que distinguiu três zonas: (i) uma franja subterrestre, caracterizada por caranguejos Ocypodidae em áreas tropicais e anfípodes Talitridae nas regiões temperadas; (ii) o mesolitoral, com a presença de isópodes da família Cirolanidae, e (iii) franja infralitoral (sublitoral), com fauna mais diversificada que as demais zonas. Baseado em características físicas, como conteúdo de água do sedimento, Salvat (1964) diferencia a praia em quatro zonas: (i) zona de areia seca, (ii) zona de retenção, a qual é levemente umidecida na baixa mar, (iii) zona de ressurgência, caracterizada pela fuidez da água no sedimento de acordo com a maré, (iv) zona de saturação, a qual é permanentemente saturada e ocorre pouca troca de água durante o ciclo de marés, também representa uma transição entre os dois ambientes principais (intertidal e subtidal).

Para o sul do Brasil, Gianuca (1983; 1987) e Seeliger *et. al* (1998) sugerem que a distribuição vertical das espécies no litoral sul do país segue um padrão típico de zonação: (i) zona supralitoral (zonas seca e de secagem da areia), (ii) zona de mesolitoral ou intermareal (pode ser subdividida em zona de retenção, ressurgência e saturação) e (iii) zona de arrebentação e de águas rasas (infralitoral).

A região do supralitoral é caracterizada pelas espécies terrestre, como o caranguejo *Ocypode quadrata*, o anfípode *Atlantorchoidea brasiliensis* e o isópode *Excrolana brasiliensis*. Os insetos são representados por coleópteros (Borzzone *et. al* 2003) das famílias Staphylinidae, Cicidelidae, Heteroceridae, Carabidae e Dytiscidae, bem como organismos da ordem Orthoptera (Gianuca 1983; Souza & Gianuca 1995; Borzzone *et. al* 1996; Borzzone & Souza 1997; Schreiner & Ozorio 2003). Mais próximo à linha de detritos encontram-se o anfípode *Platorchestia platensis* e o coleóptero *Phaleria brasiliensis* (Souza & Gianuca 1995).

O mesolitoral é a zona mais extensa e com maior biomassa, na qual as espécies características apresentam um padrão de distribuição vertical (Gianuca, 1987; Seeliger *et. al*, 1998). Os organismos representantes dessa área são: crustáceos *Emerita brasiliensis* e *Excrolana armata*, isópode *Tholozodium rhombofrontalis*, bivalves *Amarilladesma mactroides* e *Donax hanleyanus* e poliquetos *Spio gaucha* e *Thoracophelia furcifera* (Gianuca 1983; Souza & Gianuca 1995; Borzzone *et. al* 2003).

A zona do infralitoral é caracterizada por espécies de bivalve, gastrópodes, poliquetos, anfípodes e misidáceo (Gianuca 1987; Souza & Gianuca 1995; Borzzone *et. al* 1996; Borzzone *et. al* 2003). Ao ser comparada com regiões submersas, a região de



entremarés exibe baixa riqueza e diversidade biológica e dominância numérica de poucas espécies.

A presença de coleópteros no supralitoral é bastante comum (Jaramillo 1978; Jaramillo *et. al* 1993; Jaramillo 1994; Veloso *et. al* 1997; McLachlan & Brown 2006), inclusive no Rio Grande do Sul e Paraná (Escofet *et. al* 1979; Gianuca 1983; Schreiner 2001; Schreiner & Ozorio 2003; Souza & Gianuca 1995, Borzone *et. al* 1996; Borzone & Souza 1997; Rosa *et. al* 2008; Aluizio 2007; Gandara-Martins *et. al* 2010 e Vieira *et. al* 2012). Sendo os coleópteros das famílias Tenebrionidae, Heteroceridae, Staphylinidae e Carabidae os mais comuns na região sul do Brasil.

Jaramillo (1994) encontrou o coleóptero *Phalerisidia maculatano* supralitoral do norte e centro norte do Chile, juntamente com a presença de *Ocypode*. Esse autor afirma ainda que a zonação do sul do Brasil pode ser considerada semelhante ao zoneamento proposto por Dahl, pois há a coexistência de anfípodes talitrídeos, caranguejos ocypodides e coleópteros, como observado nos dois setores estudados. Também sugere como figura de zonação de praias dissipativas a divisão em infra, meso e supralitoral, sendo esta última zona acima da linha de detrito.

Veloso *et. al* (2003) observaram a presença do coleóptero *Phaleriatestacea* em praias do Rio de Janeiro. Veloso *et. al* (1997) consideraram tocas do caranguejo *Ocypode quadrata* e a presença do coleóptero *P. testacea* como caracterização das franjas subterrestres nas praias arenosas no mesmo estado.

No sul do Brasil, os insetos que constituem a fauna dominante do supralitoral são representados pelos coleópteros, *Phaleria testacea*, *Bledius bonariensis*, *Bledius microcephalus* (= *B. hermani*), *Bledius fernandesi*, *Cicindela nivea conspersa*, *Cicindela patagônica* e *Efflagitatus freudei* e carabeídeos. Os predadores (Carabidae) são atraídos especialmente pelas altas densidades de *Bledius* spp. (Gianuca 1987; Seeliger *et. al* 1998; Schreiner 2000; Schreiner & Ozorio 2003).

As espécies de coleópteros estafilenídeos que ocorrem no litoral sul do Brasil têm sido descritas como ocorrentes em locais próximos à zona supralitoral, caracterizada por permanecer a maior parte do tempo seca (Souza & Gianuca 1995; Borzone *et. al* 1996; Borzone & Souza 1997; Gandara Martins *et. al* 2010). Gianuca (1987) reporta a presença de *B. bonariensis* e larvas desse coleóptero no supralitoral do Rio Grande do Sul. Borzone *et. al* (1996) encontraram *B. bonariensis* e *B. microcephalus* (= *B. hermani*) em praias dissipativas do litoral paranaense (Ilha do Mel e praias centrais). A espécie *B. bonariensis* também foi encontrada no supralitoral das

praias do balneário Atami (PR), Prainha (RJ) e Rondinha (RS) por Borzone & Souza (1997), Veloso *et. al* (1997) e Schreiner & Ozorio (2003), respectivamente. Gianuca (1997) relata a ocorrência das três espécies de *Bledius*, *B. bonariensis*, *B. fernandesi* e *B. microcephalus* (= *B. hermani*) para a praia de Cassino, no Rio Grande do Sul, sem detalhar os locais específicos de ocorrência de cada espécie, apenas indicando a sua presença na região supralitoral.

Gandara-Martins *et. al* (2010), em seu estudo ao longo do litoral do Paraná, também encontraram as três espécies de *Bledius* citadas para a região sul, correlacionando o tipo morfodinâmicos de praia com a espécie encontrada. *B. hermani* foi observado em maiores concentrações em praias de areia grossa e morfodinâmismo intermediário para refletivo. A espécie *B. bonariensis* foi mais abundante em praias dissipativas com influencia da baía de Paranaguá, *B. fernandesi* também apresentou maior abundância em praias dissipativas. Este trabalho também indicou a existência da co-ocorrência das três espécies num mesmo local (Praia Grande, na Ilha do Mel), sem deixar claro o local exato de ocorrência das espécies no perfil praial (zonação), assim como a possível separação espacial entre as mesmas.

O presente capítulo teve como objetivo analisar e comparar a distribuição, ao longo do perfil praial, das espécies de *Bledius* existentes em dois setores da praia do Balneário de Pontal do Sul, litoral paranaense, correlacionado a presença e abundâncias com algumas características físicas e biológicas do ambiente praial.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coleta de dados*

Para o estudo de distribuição espacial das espécies de *Bledius* foi realizada uma coleta com amostras aleatorizadas em estratos, em dois setores da praia do Balneário de Pontal do Sul (vide Introdução Geral). Um bloco com 45 m de largura foi delimitado em cada setor de estudo, sendo dividido em oito estratos proporcionais ao perfil topográfico. Em cada estrato foram retiradas nove amostras aleatórias com um corer de PVC com 15 cm de diâmetro (0,017 m<sup>2</sup>) enterrado a 5 cm de profundidade. Com a finalidade de não deixar os insetos fugirem por voo ou caminhada, foi utilizado um saco plástico em uma das extremidades do amostrador.

As coletas foram realizadas no início do mês de abril de 2012 em maré baixa de sizígia. O estrato 4 representou a faixa de distribuição dos detritos (linha de detritos) nos dois setores. As amostras biológicas foram peneiradas em uma malha de 0,35 mm, analisadas e identificadas sob microscópio estereoscópico. As larvas foram separadas dos adultos e contabilizadas (vide metodologia Capítulo 2), sendo que apenas estes últimos puderam ser identificados a nível específico. Todos os espécimes coletados foram armazenados em álcool 70% no Laboratório de Praias Arenosas, Centros de Estudos do Mar, Paraná.

Com um core de PVC de 4 cm de diâmetro, enterrado a 10 cm de profundidade, foram retiradas amostras de sedimento, de cada estrato, para obtenção dos dados de matéria orgânica, carbonato de cálcio, umidade e granulometria. A temperatura, de cada estrato, foi medida *in situ*.

Uma amostra superficial, com cerca de um centímetro de profundidade, foi obtida com um frasco de filme fotográfico para análise de clorofila. Cada frasco foi enrolado em papel alumínio e acondicionado em saco plástico preto, dentro de uma caixa térmica com gelo. Para análise da concentração de clorofila *a* foi utilizada o método colorimétrico de Strickland & Parsons (1972) e as equações de Lorenzen (1967). Foi utilizado 2g do sedimento descongelado, pesado em uma balança digital de precisão, sempre evitando a incidência de luz. As amostras foram colocadas em tubos de ensaio para extração dos pigmentos com acetona 100%. Depois da adição do reagente, os tubos de ensaio foram homogeneizados em agitador na velocidade 8 por 1 minuto e levados para um freezer, no qual permaneceram por 24h. Após esse procedimento, as amostras foram colocadas em uma centrífuga a 2500 rpm por 30 minutos. As concentrações e os

pigmentos fotossintetizantes foram determinadas posteriormente através da leitura da absorvância do comprimento de onda 650  $\mu\text{m}$  no espectrofotômetro, antes e depois da adição de HCl 1N. A diferença entre as absorvâncias das amostras acidificadas e não acidificadas forneceu as concentrações de clorofila *a*.

Para análise de quantificação de carbonato de cálcio e teores de matéria orgânica foram retirados da amostra 10 g de sedimentos *in natura* (para cada análise), secadas e pesadas. Para carbonato as amostras foram submetidas a ataque químico pela adição de ácido clorídrico (HCl) com concentração de 10%. Já para matéria orgânica, foi adicionado peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30 volumes. Em ambos os processos, a quantificação foi executada pela comparação dos pesos antes e depois do ataque químico (Suguio 1973).

O teor de umidade do sedimento foi calculado através da diferença de peso após secagem em estufa a 60°C durante 24h. As análises das características granulométricas do sedimento foram realizadas em um granulômetro a laser modelo Microtrac, S3500 (Bluewave) SI Particle Size Analyzer Operation and Maintenance, a qual utiliza formulações Folk & Ward (1957). A análise foi feita por difratometria laser e classifica as partículas de uma amostra de sedimentos pelos seus tamanhos. O granulômetro possui três feixes de laser com ângulos distintos, onde os mesmos incidem nas partículas fazendo a leitura do diâmetro médio, desvio padrão, curtose e assimetria dos grãos. Os dados obtidos por esse método foram transformados para valores de  $\phi$  ("phi" =  $-\log_2$  diâmetro mm) através do programa Sysgran.

### ***Análise de dados***

Para avaliar as características abióticas (i.e., tamanho médio e grau de seleção do sedimento, valores de clorofila, umidade do sedimento, carbonato de cálcio e matéria orgânica) dos estratos e setores foi aplicada uma análise de componentes principais (PCA) a uma matriz completa com os dois setores. Posteriormente, considerando a presença de distintas espécies em cada setor, foi aplicada uma nova análise de componentes principais (PCA) para cada setor por separado, incluindo as variáveis físicas junto com a abundância das espécies. As análises foram feitas utilizando o programa R, versão RStudio Server.

## RESULTADOS

### *Parâmetros abióticos*

O setor Assenodi apresentou um perfil mais extenso com declividade suave e presença de extensa berma no supralitoral. Enquanto, o setor CEM mostrou um perfil topográfico com menor extensão e declividade mais acentuada na face praial (Fig. 5).

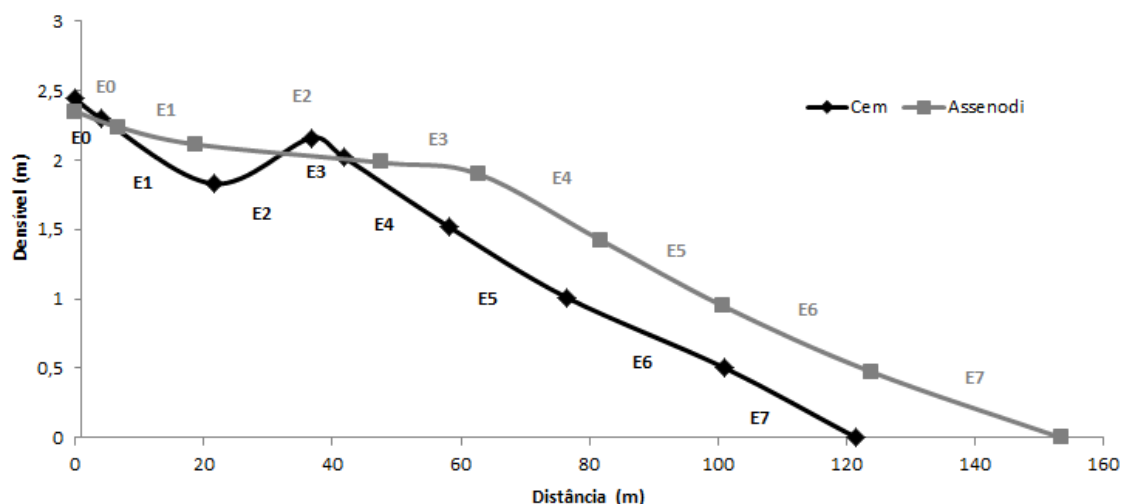


Figura 5. Perfil topográfico dos dois setores estudados, indicando a posição dos estratos.

Em ambos os setores, o sedimento foi composto por areia fina a muito fina, muito bem selecionada. No Assenodi as médias de sedimento são similares, próximas a  $2,8 \phi$ , enquanto as médias do Cem variaram de  $2,5$  a  $2,7 \phi$ . A temperatura do sedimento não apresentou variação significativa entre os setores, nem entre os estratos (Tabela 1). A umidade do sedimento foi maior no Assenodi (variando de 11,7 a 19,2%), enquanto o CEM apresentou baixa umidade nos estratos superiores da praia (2,1 a 3,6%) e umidades acima de 9% a partir do estrato 4 (Fig. 6). Valores de clorofila no sedimento foram maiores no Assenodi, sendo quase nulos no supralitoral do setor CEM (Tab. 1).

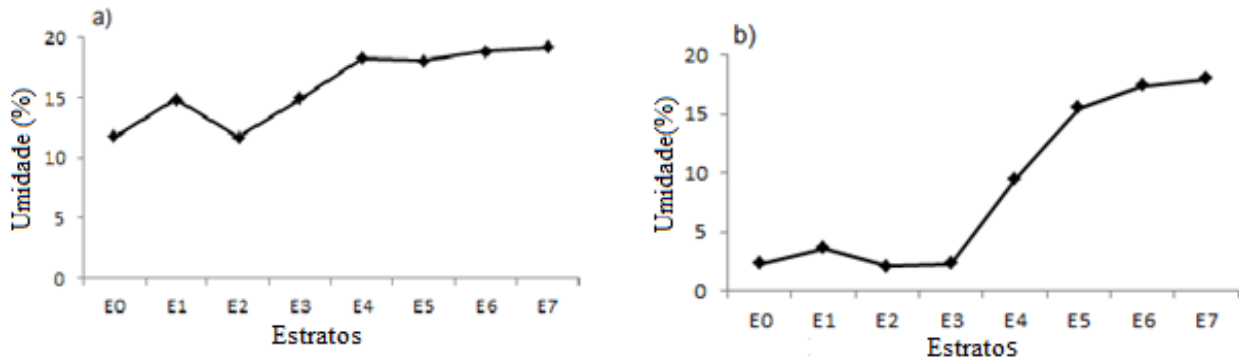


Figura 6. Umidade do sedimento por estrato nos dois setores, sendo a) Assenodi e b) Cem.

A PCA dos dados abióticos das praias (Fig. 7) extraiu dois eixos que explicam 71% da variação, sendo o eixo 1 responsável por 52% dessa explicação. A partir dessa análise pode-se observar uma clara separação entre os dois ambientes praias. Isto é, enquanto o setor Assenodi possui sedimentos com maior quantidade de areia muito fina, e valores altos de curtose, média dos grãos, assimetria e clorofila, o setor CEM apresenta sedimentos com maior quantidade de areia fina, média e grossa e valores altos de seleção. As variáveis temperatura, matéria orgânica e carbonatos de cálcio não demonstraram grande influencia nesta análise. Outra separação, entre estratos do setor CEM, pode ser observada, na qual um grupo de estratos se diferencia de outro por apresentar maiores porcentagens de umidade e areia grossa e sedimento melhor selecionado.

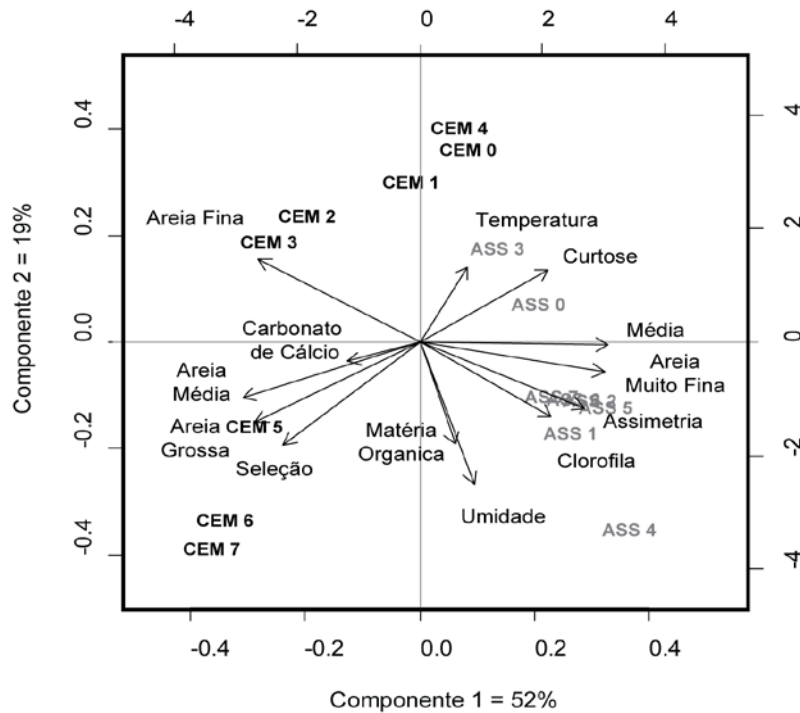


Figura 7. PCA relacionando os estratos dos dois setores e as variáveis ambientais.

### **Parâmetros bióticos**

As três espécies descritas para o litoral sul do Brasil (Gianuca 1998; Caron & Ribeiro-Costa, 2007; Gandara-Martins *et. al*, 2010; Amaral *et al*, 1999) foram evidenciadas no Balneário de Pontal do Sul. Sendo que as espécies *Bledius bonariensis* e *B. fernandesi* foram registradas no setor Assenodi e a espécie *B. hermani* coletada no setor Cem.

Das espécies registradas no setor Assenodi (*B. fernandesi* e *B. bonariensis*), a primeira espécie ficou restrita aos estratos superiores (0 e 1) e a segunda apresentou ampla distribuição nos estratos acima da linha de detritos (do nível 0 ao 4). Não foi possível diferenciar as larvas quanto às espécies, o que pode explicar a maior abundância de larvas no estrato zero. Não houve uma grande diferença entre a distribuição de larvas e adultos.

Na praia do CEM foi registrada a presença de *B. hermani*, com distribuição concentrada no estrato referente à linha de detritos, assim como suas larvas. *B.bonaeriensis* ocorreu de forma ocasional (no estrato superior ao da ocorrência de *B.hermani*) (Fig. 8). Esse estrato (E3) apresentou os menores valores de clorofila, baixa umidade (menor que 3%) e em relação ao estrato maior abundância de *B. hermani*,

maior seleção, menor curtose, maior quantidade de areias grossas e médias e menor valor de areias muito finas.

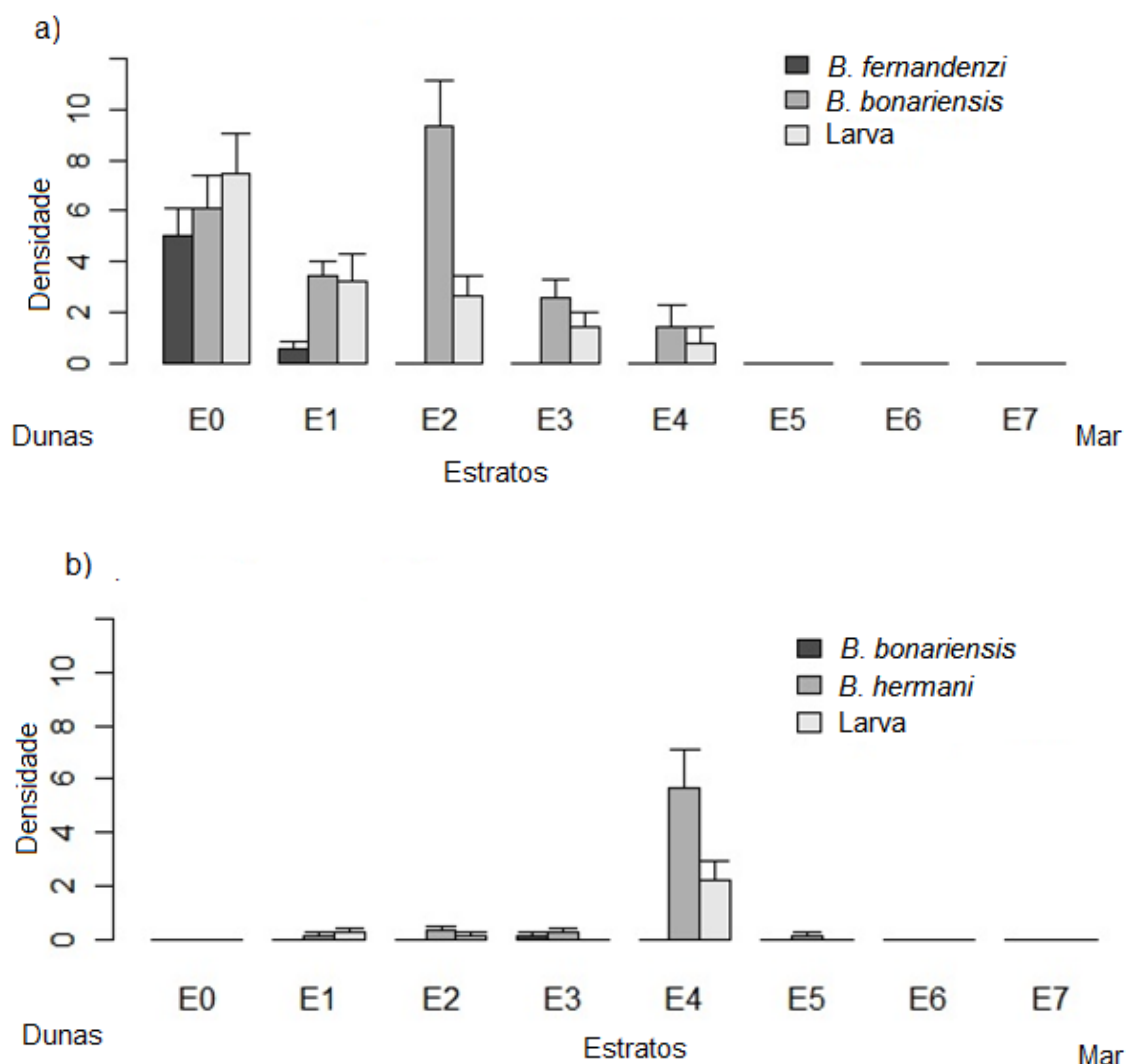


Figura 8. Distribuição das espécies de *Bledius* por 0,017 m<sup>2</sup> por estrato nos dois setores de praia. a) Assenodi; b) Cem

A PCA realizada para o setor Assenodi (Fig. 9) obteve 81% de variação, sendo que o eixo 1 responde por 47%. Este eixo demonstrou que, para as espécies presentes neste local, *B. bonariensis* e *B. fernadezi*, as variáveis com maior peso são carbonato de cálcio e areias médias, com influencia negativa, e seleção, assimetria e umidade com influencia positiva. Já o eixo 2, com menor variação (34%), demonstrou que areias finas e curtose têm influencia negativamente, enquanto areias muito finas, média, assimetria e umidade têm influencia positiva. Para ambas as espécies a seleção quantidade de carbonato de cálcio apresentou grande influencia, assim como a seleção e umidade.

A mesma análise foi feita para o setor Cem, sendo a taxa total de variação igual a 79%. Com a PCA foi evidenciado que eixo 1 (59%) demonstra temperatura com



influencia negativa e clorofila e umidade com influencia positiva. Já o eixo 2, com menor variação (20%) demonstrou demonstra média, areias muito finas, curtose com influencia negativa e umidade, seleção e areias médias com influencia positiva. Para a espécie *B. hermani*, a curtose apresenta uma grande influencia, bem como média, areias muito finas e em menor peso a umidade, clorofila e temperatura (Fig. 10).

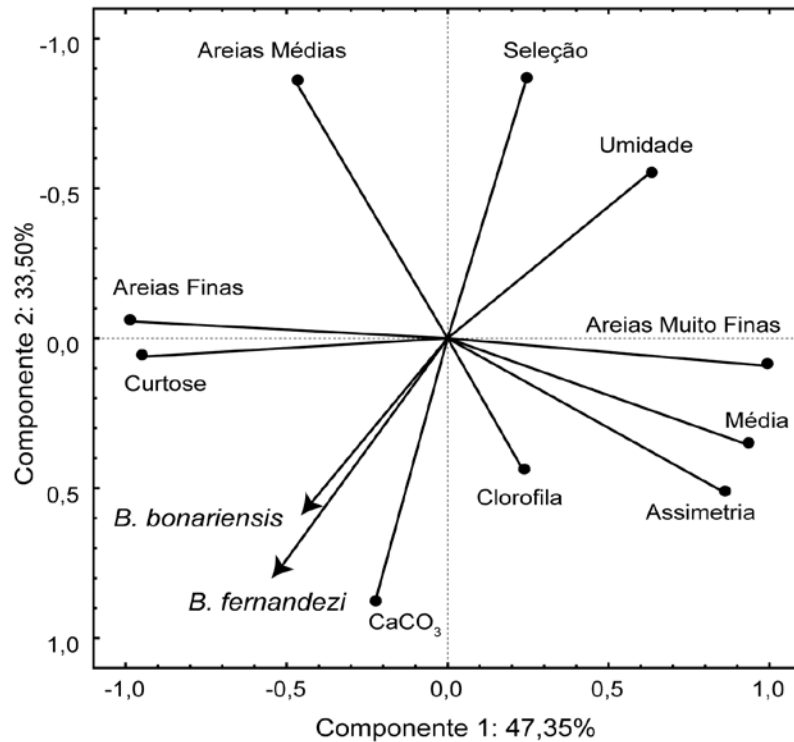


Figura 9. PCA da praia Assenodi, relacionando as variáveis abióticas e as espécies ocorrentes neste ambiente (*B. bonariensis* e *B. fernandesi*).

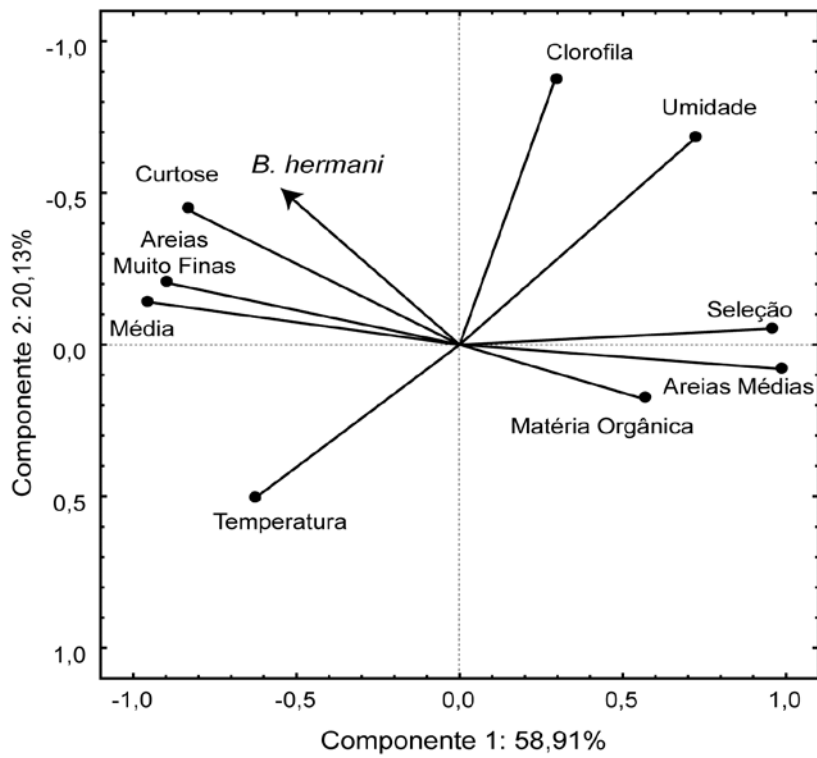


Figura 10. PCA da praia Cem, relacionando as variáveis abióticas e a espécie ocorrente neste ambiente (*B.hermani*).

TABELA 1 - Características físicas analisadas nos sedimentos dos setores estudadas. (Asse – Assenodi; Cem – Cem; E – estrato; CaCO<sub>3</sub>- Carbonato de cálcio; Temp - temperatura do sedimento).

Setor	E	CaCO <sub>3</sub> (%)	Matéria orgânica (%)	Clorofila (mg/g)	Umidade (%)	Temp (°C)	Média (φ)	Seleção (φ)	Assimetria (φ)	Curtose (φ)	Areia grossa (%)	Areia média (%)	Areia fina (%)	Areia muito fina (%)
Asse	0	4,92	0,3	15,397	11,82	27,9	2,79	0,37	0,04	1,25	0	0,78	76,70	22,52
Asse	1	1,06	0,73	24,601	14,86	27,9	2,79	0,40	0,03	1,20	0	1,03	73,75	25,21
Asse	2	2,04	0,47	28,596	11,74	28,5	2,81	0,39	0,04	1,16	0	0,9	72,82	26,27
Asse	3	1,42	0,23	3,070	15,00	29,5	2,74	0,39	-0,004	1,22	0	1,13	77,71	21,16
Asse	4	2,21	1,89	14,205	18,27	29,7	2,86	0,39	0,07	1,06	0	0,79	68,87	30,34
Asse	5	2,35	0,53	17,168	18,13	30,1	2,84	0,39	0,06	1,10	0	0,85	70,72	28,42
Asse	6	2,26	0,23	20,690	18,95	28,8	2,80	0,40	0,04	1,19	0	0,91	73,48	25,60
Asse	7	1,44	0,82	5,102	19,15	29,7	2,80	0,40	0,03	1,16	0	1,02	73,03	25,95
Cem	0	2,49	0,32	0,593	2,25	29	2,73	0,38	-0,01	1,24	0	1,03	79,17	19,80
Cem	1	2,75	0,03	0,807	3,59	28,8	2,69	0,40	-0,04	1,16	0	2,22	79,03	18,75
Cem	2	2,5	0,7	0,161	2,08	30,3	2,59	0,40	-0,05	0,96	0,13	4,85	82,22	12,80
Cem	3	2,55	0,35	0,108	2,35	29,5	2,58	0,41	-0,06	0,97	0,25	5,41	82,39	11,95
Cem	4	2,11	0,35	4,158	9,46	29,7	2,70	0,37	-0,05	1,25	0	1,01	81,82	17,17
Cem	5	3,53	0,15	6,077	15,50	28,4	2,59	0,43	-0,08	1,01	0,46	5,91	79,45	14,18
Cem	6	6,28	1,04	3,130	17,40	27,9	2,56	0,43	-0,06	0,99	0,43	6,54	81,14	11,89
Cem	7	1,52	0,6	2,829	18,02	27,7	2,51	0,44	-0,01	1,00	0,58	8,92	80,55	9,95

## DISCUSSÃO

Os setores escolhidos para a realização deste estudo representam ambientes praias com importantes diferenças nos dados abióticos, como perfil topográfico, tamanho médio do grão do sedimento e o seu conteúdo de umidade, além dos valores de clorofila no sedimento. Esta desigualdade poderia em princípio ser explicada pela interferência do estuário da baía de Paranaguá no ambiente praias (Angulo & Araújo 1996; Rosa & Borzone 2008).

A menor influência da maré, a maior ação de ondas no setor Assenodi (Soares *et. al* 1997) e a menor influência do estuário (Angulo & Araújo 1996), podem explicar um perfil praias mais extenso, assim como o maior acúmulo de areias muito finas. Por outro lado, Braga (2008) descreve a presença de sangradouros nas proximidades deste setor, o que poderia explicar os valores elevados de umidade e, conseqüentemente, os altos valores de clorofila ao longo de todo o perfil praias.

No setor Cem, a maior influência do estuário e da maré (Angulo & Araújo 1996), bem como o maior aporte de detrito (Borzone *et. al* 2003) faz com que possam ser encontrados sedimentos de areia fina, média e grossa. Aluizio (2007) descreve que a deposição de detritos aumenta a umidade, como foi observado no estrato 4. Contudo, a umidade do sedimento apresentou forte gradiente, provavelmente pela ausência de depressões alagáveis entre os cordões dunares ou sangradouros no pós-praias. Os estratos superiores destacaram-se pelas umidades inferiores a 5%. A baixa quantidade de areia média e valores mais próximos de areia fina, curtose, seleção e média dos estratos 0 e 4 influenciaram no agrupamento destes estratos na PCA.

Apesar dos resultados obtidos corresponderem a uma única coleta, ficou evidente a diferença na distribuição espacial das duas espécies de *Bledius* ocorrentes no setor Assenodi (*B. fernandezii* e *B. bonariensis*). Pode-se observar, também, a sobreposição dessas espécies. A presença da espécie *B. bonariensis* no supralitoral foi registrada em estudos de Souza & Gianuca (1995), Borzone *et. al* (1996), Borzone & Souza (1997), Schreiner & Ozorio (2003), Aluizio (2007) e Vieira *et. al* (2012) e sempre relacionada a praias com areia fina e muito fina, muito bem selecionada (Borzone *et. al* 1996; Borzone & Souza 1997; Aluizio 2007; Vieira *et. al* 2012). No estudo de Gandara-Martins *et. al* (2010), esta espécie demonstrou preferência por praias dissipativas, como apresentado, também, em outros estudos anteriores supracitados.

Contudo, também foi observado em praias intermediárias, ambas com maior influência de estuário.

A presença da espécie *B. hermani*, de ocorrência no Cem, também foi registrada no supralitoral e na zona entre marés, com maior abundância na proximidade da linha de detrito, como descrito por Borzone *et. al* (1996) e Aluizio (2007). A entomofauna do supralitoral demonstra que fatores relacionados à linha de detrito, e.g. composição e quantidade, podem influenciar a distribuição e a abundância dessas populações (Colombini *et. al* 2000; Dugan *et. al* 2003). Entretanto, no caso de *Bledius* a distribuição não ocorre, necessariamente, pela presença do próprio detrito, visto que a espécie *B. fernandesi* não aparentou proximidade com a linha de detritos e *B. bonariensis* não mostrou utilizá-los para alimentação ou refúgio.

Em estudo com *Psamathobledius punctatissimus* (= *Bledius*), Griffith & Griffith (1983) relataram que esses besouros tendiam a estar ausentes nas áreas de areia muito bem drenadas e com baixa concentração de clorofila  $\alpha$  e, ao mesmo tempo, não eram registrados nas áreas de areia molhada e com uma maior concentração de clorofila  $\alpha$ . A distribuição de *B. hermani* demonstrou ser semelhante ao observado pelos autores supracitados. A maior abundância ocorreu no estrato 4 e pode ser explicada pela umidade intermediária, curtose alta e baixa quantidade de areia grossa e média e alta quantidade de clorofila. Contudo, os indivíduos também estão presentes, em menores abundâncias, nos estratos de menor umidade e com baixos valores de clorofila (estratos 1, 2, 3) e ausentes nos estratos mais úmidos e com maiores concentrações de clorofila (estrato 5, 6, 7). Esse fato sugere maior correlação com umidade e tamanho do grão do sedimento do que com valores de clorofila propriamente dito, ou que possa haver migração ao longo do dia, conforme a umidade desses estratos mais próximos da água seque. Possivelmente, a interação desses fatores influencia na escolha do habitat e haja um valor ótimo de clorofila. Embora não tenha sido registrada a salinidade da água intersticial do sedimento, ela poderia representar um limitante na expansão da distribuição da espécie em direção a linha d'água.

Como observado por Gandara-Martins *et. al* (2010), a espécie *B. hermani* apresentou maior plasticidade em relação ao tamanho do grão do sedimento, visto que ocorreu em praias dissipativas de areias finas, intermediárias-dissipativas, intermediárias e intermediárias-refletivas com areias mais grossas. Sua presença em praias dissipativas também é relatada por Borzone *et. al* (1996). Entretanto, este estudo evidenciou sua preferência por areias mais finas. O estudo de Gandara-Martins *et. al*

(2010) mostra que *B. hermani* não ocorreu onde o lençol é mais superficial (Monte Carlos e Atami), o que pode indicar que há um parâmetro ambiental, e.g. umidade, salinidade, que limite sua distribuição, visto que também não foi encontrado no setor Assenodi no presente trabalho.

A presença de apenas um indivíduo de *B. bonariensis* foi observada no setor Cem, no estrato 3 acima da linha de detrito, estrato que apresentou altas concentrações de areia fina e menores valores de clorofila. Essa ocorrência pode ser considerada ocasional, sendo o coleóptero descrito como visitante.

Herman (1986) discorre que as espécies de *Bledius* tolerantes a salinidade apresentam alta correlação com a umidade do solo, salinidade e textura. O tamanho do grão da areia e disponibilidade de alimento tem menor influencia na escolha de seu habitat. Já Griffith & Griffith (1983) evidenciam que *Psamathobledius punctatissimus* (= *Bledius punctatissimus*) tem sua distribuição limitada pela textura do sedimento, concentração de diatomáceas (clorofila), mobilidade do sedimento e exposição dos locais de ocorrência. O que pode ser evidenciado nas duas PCAs, tanto para o setor Assenodi como no setor Cem. Contudo, as análises demonstram maior influencia das características do sedimento, seguidas por umidade e por disponibilidade de alimento. Isso pode ser porque a clorofila é bastante abundante nos dois setores e, provavelmente, não seria um limitante para as espécies ocorrentes nesses habitats.

Em ambos os setores a coexistência de espécies de *Bledius* e *Ocypode* foi observada. No setor Assenodi ainda foi notada a presença dos coleópteros *Efflagitatus freudei* e Carabidae sp. Esse fato indica que estas espécies coexistem, porém não ocupam o mesmo nicho ecológico. Contudo, os resultados encontrados no presente trabalho indicam que existe uma fina ou detalhada repartição do habitat praias pelas três espécies de coleópteros estudados, sendo que uma destas espécies (*B. hermani*) poderia ser considerada característica do mesolitoral. Esse fato invalida a afirmação de que esses coleópteros ocorreriam somente em uma limitada faixa do supralitoral.

Os autores Griffith & Griffith (1983) sugerem que a distribuição paralela à costa é definida pelo tamanho do grão do sedimento, umidade e disponibilidade de alimento. Enquanto a extensão em direção ao mar é, provavelmente, limitada pelo tempo disponível para alimentação. Embora não tenha sido analisado o tempo que os insetos tinham em relação à subida da maré, nem se houve entocamento ou fuga quando esta subiu, observou-se que *B. hermani* demonstrou comportamento de fuga, voando, com a

subida da maré, tornando difícil a sua coleta. No caso de *B. bonariensis*, sua distribuição no supralitoral não seria afetada pelo avanço da maré.

A plasticidade fisiológica demonstrada por várias espécies da macrofauna de praia arenosa torna difícil a correlação das diferenças entre populações, e/ou comunidades, com os parâmetros ambientais (Veloso *et. al* 2003). Não há correlações significativas para afirmar a preferência de hábitat das espécies de *Bledius* quanto ao morfodinamismo de praias (Gandara-Martins *et. al* 2010). Nota-se que a abundância de *B. bonariensis* está relacionada à presença de cordões dunares alagáveis na região do supralitoral como no Assenodi e, como observado por Gandara-Martins *et. al* (2010) na Praia Grande e no Atami e na praia de Shangri-la, estudada por Vieira *et. al* (2012). Entretanto, *B. hermani* demonstra maior plasticidade em relação ao sedimento, pois ocorre em praias com grãos muito finos a médio (Gandara-Martins *et. al* 2010), contudo ocorre somente nas proximidades da linha de detritos, não sendo observado no supralitoral, possivelmente devido a baixa umidade.

Ainda não foi comprovada a capacidade de submersão durante a maré alta para as espécies ocorrentes no sul do Brasil. São necessários experimentos em campo e laboratório para comprovar a submersão e definir o formato e utilização de suas tocas, como descrito por Griffith & Griffith (1983).

## REFERÊNCIAS

- Aluizio, R. (2007) **Análise comparativa da fauna associada às linhas de detritos em duas praias estuarinas da Ilha do Mel (Paraná-Brasil)** 59 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Amaral, A. C. Z; Borzone, C. A (2008) Macrofauna bentônica: praias do Sudeste e sul do Brasil. **Associação Brasileira de Biologia marinha**, v 1 n 3 p 6 – 10.
- Angulo, R.J. (1992) **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. [S.l.]: Universidade de São Paulo.
- Angulo, R.J.; Araujo, A.D. (1996). Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsidio a ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, v 44 p 7-17.
- Bigarella, J.J. (2001) Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. jubilee, p. 65-110.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B; Soares, A.G. (1996) Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena de História Natural**, v 69 p 565-577.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997) Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. **Oceanologia Brasiliensis**, v 3 p 197-212.
- Borzone, C.A.; Melo, S.G.; de Rezende, K.V.; do Vale, R.; Krul, R. (2003) Macrobenthic Intertidal Communities From Wave to Tide Dominated Beach Environments. A Case Study in Two Brazilian Beaches. **Journal of Coastal Research**, v 35 p 472-480.
- Braga, V.Z. Composição e variação espaço-temporal do microfítobentos na praia arenosa do Village (Pontal do sul, Paraná, Brasil). 60f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008
- Brazeiro, A.; Defeo, O. (1996) Macroinfauna Zonation in Microtidal Sandy Beaches: is it Possible to Identify Patterns in Such Variable environments? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v 42 p 523–536.
- Brown, A.C. & McLachlan, A. (1990). Ecology of Sandy Shores. **Elsevier**, 327p.



- Caron, E. & Ribeiro-Costa, C.S. (2007) *Bledius* Leach from southern Brazil (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae) **Revista Brasileira de Entomologia** v 51 n 4 p 452-457.
- Colombini, I., A. Aloia, M. Fallaci, G. Pezzoli & L. Chelazzi (2000). "Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach." **Marine Biology** v 136 p 531-541.
- Colombini, I. & L. Chelazzi (2003). "Influence of Marine Allochthonous input on sandy beach communities." **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v 41 p 115-159.
- Dahl, E. (1952) Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. **Oikos**. v 4 p 1-27
- Defeo, O.; Rueda, E.M. (2002) Spatial structure, sampling design and abundance estimates in sandy beach macroinfauna: some warnings and new perspectives. **Marine Biology**. v 140 p 1215–1225.
- Defeo, O.; McLachlan, A. (2005) Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress Series**. v 295 p 1–20.
- Dugan, J. E. & McLachlan, A. (1999) An assessment of longshore movement in *Donax serra* Röding (Bivalvia: Donacidae) on an exposed sandy beach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v 234 p 111–124.
- Dugan, J.E., Hubbard, D.M., McCrary, M.D., Pierson, M.O. (2003) The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. **Estuarine Coastal and Shelf Science** v 58S, p 25–40.
- Escofet, A., Gianuca, N, Maytia, S., Scarabino, V. (1979) Playas arenosas del Atlantico Sudoccidental entre 10s 29" y 43" LS.: consideraclones generales y esquema biocenologico. **Seminario UNESCO**, Montevideo, Uruguay: p. 245-258.
- Folk, R.L.; Ward, W.C. (1957) Brazos River Bar: a study in the significance of grain size paramenters. **Journal of sedimentary Petrology**. v 27 n 1 p 3-27.
- Gandara-Martins, A. L.1; Borzone, C. A.; Rosa, L. C. & Caron, E. (2010) Ocorrência de três espécies do gênero *Bledius* Leach, 1819 (Coleoptera, staphylinidae, oxytelinae) nas praias arenosas expostas do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v 14 n 2 p 23-30.

- Gianuca, N.M. (1983) A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. **In: Sandy beaches as ecosystems** (A. McLachlan & T. Erasmus eds) p. 413-419.
- Gianuca, N.M. (1987) Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: Síntese dos conhecimentos. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. Cananéia, SP. 1 p 313-332.
- Gianuca, N.M. (1997) Coastal Fore-dune Fauna, p. 102-104. *In*: Seeliger, U.; C. Odebrecht & J.P. Castello (Eds.). Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic. **Springer-Verlag, Heidelberg**, 308p.
- Gianuca, N.M. (1998) Invertebrados bentônicos da praia *In*: U. Seeliger C. Odebrecht J.P. Castello (Eds.) **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Porto Alegre: Ecoscientia p 114-116.
- Griffiths, C.L.; Griffiths, R.J. (1983) Biology and distribution of the littoral rove beetle *Psamathobledius punctatissimus* (Le Conte) (Coleoptera : Staphylinidae). **Hydrobiologia**. v 101 p 203-214.
- Herman, L.H. (1986) Revision of *Bledius* parte IV. Classification of species, groups, phylogeny, natural history, and catalogue (coleoptera, staphylinidae, oxytelinae). **American Museum of Natural History**. v 184
- Hesp, P. (1991) Ecological Processes and plant adaptations on coastal dunes. **Journal of Arid Environments**. v 21 p 165-191.
- Jaramillo, E. (1978) Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del Sur de Chile (Mehuín, Valdivia). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v 13 p 71-92.
- Jaramillo, E.; McLachlan, A.; Coetzee, P. (1993) Intertidal zonation patterns of macroinfauna over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. **Marine Ecology Progress Series**. v 101 p 105-118.
- Jaramillo, E. (1994) Patterns of species richness in sandy beaches of South America. **South African Journal of Zoology**. v 29 n 4 p 221-234.
- Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M.; Machado, E.C. (2001) The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá bay, Brazil. **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. v 144 p 132- 145.
- Lorenzen, C.J. (1967) Determination of chlorophyll and phaeopigmentes: Spectrophotometric equations. **Limnology Oceanography**. v 12, p. 343-346

- Manual Microtrac, S3500 (Bluewave) SI Particle Size Analyzer Operation and Maintenance. (2011)
- McLachlan, A. (1980) The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. **South African Journal of Science**. v 76 p 137-138.
- McLachlan, A. (1983) Sandy beach ecology - a review. In: McLachlan A. & Erasmus T. (eds). **Sandy Beaches as Ecosystems**. The Hague, p 321-380.
- McLachlan, A.; Hesp, P. (1984). Faunal response to morphology and water circulation of a sandy beach with cusps. **Marine Ecology Progress Series**. v 19 p 133-144.
- McLachlan, A. (1991) Ecology of coastal dune fauna. **Journal of Arid Environments**. v 21 p 229-243.
- McLachlan, A.; Brown, A. (2006) **The ecology of sandy shores**. Academic Press, San Diego. Coastal Dune Ecosystems and Dune/Beach Interactions cap. 13 (251-271).
- Peres, J.M. (1982) Zonations. **Marine Ecology**, Kinne Ed., New York, v 5, part1, p 9-45.
- Rosa, L.C; Borzone, C.A (2008) Uma abordagem morfodinâmica na caracterização física das praias estuarinas da Baía de Paranaguá, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. v 38 n 2 p 237-245.
- Rosa, L.C; Borzone, C.A Caron, E. (2008) A ocorrência de *Diglossa brasiliensis* (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v 25 n 3 p 563-565.
- Salvat, B. (1964) Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**. v 259 p 1576-1579
- Schreiner, R. (2001) *Ecologia populacional do coleóptero marinho Efflagitatus freudei Pacheco, 1973 (Heteroceridae) na praia de Rondinha, Arroio do Sal, RS, Brasil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 86p.
- Schreiner, R. & Ozorio, C.P. (2003) Dinâmica da fauna de insetos do supralitoral numa praia do Atlântico Sul: Estudo de curta duração. **Biociências**, v 11 p 123-131.
- Seeliger, U.; Odebrecht, C.; Castello, J.P. (1998) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecocientia*, Rio Grande 341 p.

- Short, A.D. (1996) The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de Historia Natural**, v 69 p 589-604.
- Soares, C.R.; Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997) Variações morfológicas e sedimentológica ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa do sul do Brasil. **Oecologia brasiliensis**. v 3 p 245-258
- Souza, J.R.B.; Gianuca, N.M. (1995) Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. **Scientia Marina**, v 59 n 2 p 103-111.
- Souza, J.R.B. (1998) Produção secundária da macrofauna bentônica da praia de Atami – Paraná - Brasil. 129f. Tese (Pós-Graduação em Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Strickland, J.D.H.; Parsons, T.R. (1972) A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research board of Canada**, Ottawa, n 167 p 1-205.
- Suguio, K.(1973)Introdução à sedimentologia. São Paulo, **Edgard Blucher Ltda** 317 p.
- Tarr, J.G.; Griffiths, C.L.; Bally, R. (1985). The ecology of three sandy beaches on the Skeleton Coast of South West Africa. **Madoqua** v 14 p 293-304.
- Veloso, V.G.; Cardoso, R.S; Fonseca, D.B. (1997) Spatiotemporal characterization of intertidal macrofauna at Prainha Beach (Rio de Janeiro State). **Oecologia Brasiliensis**, v 3, p 213-225.
- Veloso, V.G.; Caetano, C.H.S.; Cardoso, R.S. (2003) Composition structure and zonation of intertidal macroinfauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state. **Brazil Scientia Marina**, v 67 n 4 p 393 – 402.
- Vieira, J. V., Borzone, C. A., Lorenzi, L., Grecco, F. C. (2012) Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v 60 n 2 p 137-150.

## CAPITULO II

### ESTUDO POPULACIONAL E DEMOGRÁFICO DE *BLEDIUS BONARIENSIS* E *BLEDIUS HERMANI* EM DUAS PRAIAS ARENOSAS DE PONTAL DO SUL, PARANÁ, BRASIL

#### INTRODUÇÃO

Aparentemente o ambiente de praias arenosas pode parecer com pouca vida, pois a maior parte da fauna é pequena demais para ser observada sem auxílio de microscópio. A macrofauna de invertebrados é críptica, escondem-se na areia e emergem somente quando necessário, sendo muitas vezes cobertos pela maré (McLachlan & Brown 2006).

Organismos da macrofauna apresentam alto grau de mobilidade e capacidade de enterramento rápido. São representados principalmente por crustáceos, moluscos e poliquetas. Outros grupos como insetos e equinodermos também fazem parte da macrofauna (Jaramillo 1994; McLachlan & Brown 2006) e apresentam essa característica de rápido enterramento.

A classe Insecta teve grande êxito ao colonizar ambientes terrestres e de água doce, contudo, poucas espécies são encontradas em ambientes marinhos e costeiros (Evans *et. al* 1971). Mesmo com a ocupação marinha restrita, algumas espécies são bastante comuns em ambientes de praias arenosas, desde o supralitoral até a zona de entre-marés. Podem ocorrer sob várias condições ambientais e, muitas vezes, constituem o grupo mais abundante (Evans *et. al* 1971; McLachlan & Brown 2006).

A definição de insetos marinhos ainda não é exata. Alguns autores consideram insetos marinhos organismos que vivem sob a influência do mar, enquanto outros consideram marinhas apenas espécies que ficam submersas durante marés altas. Entre estas, encontram-se representantes de Collembola, Thysanura, Hemiptera, Trichoptera,

Diptera e Coleoptera (Schreiner & Ozorio 2003). De acordo com Cheng (1976), há 50 espécies de Coleoptera de 11 famílias listadas como obrigatoriamente marinhas. Ambientes de praias arenosas suportam uma numerosa fauna de Coleoptera, sendo Cicindelidae e Staphylinidae as famílias mais frequentes (Herman 1986; Wyatt & Foster 1988; Brown & McLachlan 1990; McLachlan & Brown 2006; Frank & Ahn 2011).

McLachlan & Brown (2006) afirmam que das subfamílias de Staphylinidae, nove apresentam espécies permanentes no litoral, sendo os gêneros mais citados em trabalhos de praias arenosas *Bledius*, *Psammathobledius* (= *Bledius*), *Cafius*, *Omalium* e *Philonthus*. Frank & Ahn (2011) compilaram coleópteros da mesma família e sugeriram que 392 espécies de 91 gêneros são limitadas a habitats costeiros.

Ainda não há conclusões definitivas sobre história de vida e hábitos de Staphylinidae, como é uma família grande e apresenta muitas espécies, há uma grande diversidade de hábitos e habitats, o que dificulta a generalização ao nível de família. Os pesquisadores McLachlan & Brown (2006) sugerem que algumas espécies de Staphylinidae além de tolerarem a submersão na água do mar, podem continuar suas atividades em níveis reduzidos de metabolismo debaixo d'água. Outras espécies, incluindo formas associadas a detritos, (por exemplo, *Cafius*), migram para parte mais continental do supralitoral assim que a areia ou o detrito é molhado pela maré.

Muitos estafinídeos exploram o substrato antes de se estabelecer e têm estratégias de sobrevivências peculiares, como atrasar a metamorfose até que as condições adequadas possam ser encontradas (McLachlan & Brown 2006).

Estudos realizados por Wyatt & Foster (1988, 1989a, 1989b) com *Bledius spectabilis*, Kraatz 1857, nas margens relativamente abrigadas de pântanos marinhos, mostraram que o cuidado parental tem efeito importante na redução de predação e parasitismo. As larvas dispersam da toca materna no final do primeiro instar (com uma semana de vida), no período noturno e cavam suas próprias tocas. A mortalidade de larvas órfãs é relativamente menor em tocas localizadas em grandes aglomerações de *Bledius* (Wyatt 1986). Essa espécie habita uma faixa estreita, cerca de 1 m de largura, ao longo das margens de riachos das áreas baixas (Wyatt & Foster 1988). A construção das tocas também previne anoxia durante a maré alta (Evans *et. al* 1971; Wyatt & Foster 1988; 1989a; 1989b).

Estudos fisiológicos realizados com diferentes espécies de *Bledius* constataram que glândulas exócrinas localizadas no final do abdômen secretam substâncias que

auxiliam na defesa contra predadores (Wheeler *et. al* 1972; Happ & Happ 1973; Steidle *et. al* 1995; Steidle & Dettner 1996), sendo os coleópteros da família Carabidae os predadores mais relatados (Herman, 1986; Wyatt 1986; Wyatt & Foster 1989a; 1989b; Gianuca 1987; 1998; Roig-Juñent & Gianuca 2001; Schreiner 2001). Somente para a espécie *B. spectabilis* foi registrado outro predador, a vespa Ichneumonidae, *Barycnemis blediator* (Steidle *et.al* 1995).

Alguns organismos iniciam uma nova toca onde a superfície arenosa já foi perturbada (e.g. pegadas humanas ou de animal de grande porte e rastros de pneus), provavelmente como economia de energia (McLachlan & Brown 2006 e observações pessoais para a espécie *Bledius hermani*).

Indivíduos do gênero *Bledius* alimentam-se de diatomáceas e outras microalgas associadas aos grãos de areia (Griffith & Griffith 1983; Herman 1986; Gianuca 1998; Coope 2006). Algumas espécies de *Bledius* permanecem em suas tocas durante a maré alta, a qual possui um sistema que armazena ar. Em alguns casos quando os indivíduos tem contato direto com a água do mar, voam ou ficam em coma e se recuperam lentamente quando retirados da água. Contudo, a maioria morre depois de algumas horas de imersão (Griffith & Griffith 1983; Herman 1986). Mesmo com habilidade de tolerar submersão em água marinha, esses organismos precisam construir tocas eficientes para não serem arrastados pela maré (McLachlan & Brown 2006).

Em uma revisão do gênero *Bledius*, Herman (1976) descreve que os adultos, encontrados no hemisfério norte, hibernam em tocas profundas, seus ovos são depositados durante a primavera ou início do verão e se desenvolvem em duas a três semanas. A fase de larva dura de seis a oito semanas e apresenta cinco estádios de larvas, com comprimento indeterminado. Já as pupas duram aproximadamente o tempo de uma semana. O ciclo de vida do inseto (do estágio de ovo a adulto) dura de dois a três meses, sendo que o tempo de vida do adulto pode variar de três a seis semanas. As fêmeas realizam mais de uma postura ao longo da vida e o número de gerações varia conforme o clima e a espécie.

Impactos causados por construções, poluição, erosão, atividades recreativas e exploração de recursos danificam o ambiente praias, alterando o equilíbrio do ecossistema. Poucos estudos são realizados com insetos e, quando o são, geralmente, tratam somente da zonation. Diante de um cenário de grande impacto antrópico nas praias de todo o litoral brasileiro, faz-se necessário estudos bioecológicos da

macrofauna de invertebrados para definir a biologia, ecologia e a interação do organismo com o hábitat.

O presente trabalho tem como objetivo descrever um estudo populacional e demográfico de duas espécies de coleópteros do gênero *Bledius*, Leach 1819, analisando sua distribuição temporal e espacial, a sua relação com parâmetros físicos (umidade do sedimento, temperatura do sedimento) e climatológicos (ventos e pluviosidade), assim como analisar a ocorrência de estágios larvais e tentar determinar as principais características do ciclo de vida das espécies.



## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coleta de dados*

Uma coleta semanal foi realizada ao longo de cinquenta semanas em dois setores, Assenodi e CEM, já descritos anteriormente. As coletas tiveram início na primeira semana de janeiro de 2012 e foram finalizadas na segunda semana de dezembro do mesmo ano. Em cada coleta foram obtidas 30 amostras sobre as manchas previamente identificadas com a presença de rastros característicos do coleóptero (Fig. 4). Para obtenção das amostras foi utilizado um corer de PVC com 15 cm de diâmetro (0,017 m<sup>2</sup>) enterrado a 5 cm de profundidade. Com a finalidade de não deixar os insetos fugirem por voo ou caminhada, foi utilizado um saco plástico em uma das extremidades do amostrador.

Com um corer de PVC de 4 cm de diâmetro, enterrado a 10 cm de profundidade, foram obtidas três amostras de sedimento, aleatórias na extensão da mancha, para obtenção dos dados de umidade do sedimento. A temperatura do sedimento foi mensurada *in situ* e a distância da linha de detritos à duna, bem como o comprimento da distribuição (mancha de rastros visíveis) foram medidos na maioria das coletas. O teor de umidade do sedimento foi calculado através da diferença de peso após secagem em estufa a 60°C durante 24h. Dados meteorológicos de temperatura do ar e pluviosidade foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação Ilha do Mel.

Posteriormente, as amostras biológicas foram peneiradas em uma malha de 0,35 mm, analisadas, identificadas quanto ao estágio de vida (ovo, larva, pupa ou adulto) e quantificadas sob microscópio estereoscópico (Fig.11). Todos os espécimes coletados foram armazenados em álcool 70% no Laboratório de Praias Arenosas, Centros de estudos do Mar, Paraná, separados por semana de coleta.

As larvas e os adultos foram medidas em microscópio estereoscópico da cabeça até o final do abdômen, até a base de inserção do urogonfo (Fig. 13). Contudo, essa estrutura e a mandíbula não foram consideradas. Foram medidas até 100 larvas, de instar aleatórios, por coleta. Para fins comparativos, o total das pupas, e um máximo de 100 indivíduos adultos, escolhidos de forma aleatória de todo o material coletado, também foram mensurados.



Figura 11. Ontogenia de *Bledius bonariensis*. Ovos (a e b), larvas (c), pupas (d) e adulto (e).  
 Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna



Figura 12. As duas espécies estudadas ao longo do ano. À esquerda *Bledius bonariensis* e a direita *Bledius hermani*.  
 Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna



Figura 13. Larva de *Bledius bonariensis* mensurada, com indicação da parte medida.  
Fonte: Angélica Xavier de Miranda Ribas Vianna

### ***Análise de dados***

Gráficos com abundância média semanal foram elaborados para avaliar a abundância ao longo das 50 semanas de coletas. Posteriormente, utilizaram-se parâmetros ambientais (precipitação acumulada da semana) temperatura do ar (do horário da coleta), temperatura do sedimento e umidade do sedimento para avaliar a influencia destes dados abióticos sobre a densidade populacional.

Para a construção do histograma total das medidas dos indivíduos utilizou-se os limites de 0 a 3,4 mm (o maior tamanho mensurado), com intervalos de 0,15 mm, em ambas as espécies.

A fim de realizar uma análise mais detalhada das classes de tamanhos das larvas foram construídos histogramas de frequências com as semanas de coleta onde as larvas foram mais abundantes. No verão, foram utilizadas as abundâncias de janeiro a março para as duas espécies. No setor Assenodi houve um segundo período de grande abundância de *B. bonariensis* de agosto a outubro (inverno e início da primavera). Enquanto no setor Cem, *B. hermani* apresentou uma elevação na abundância de larvas de novembro a dezembro. Contudo, incluiu-se o mês de outubro no setor Cem para ambos os gráficos abrangerem um período de três meses.

Os gráficos foram feitos com a utilização do programa R, versão R Studio Server e o programa Statistica 10.

## RESULTADOS

### *Parâmetros abióticos*

Os meses de agosto e setembro apresentaram as menores taxas pluviométricas (42 e 60 mm, respectivamente), já os meses com maior precipitação foram fevereiro e junho (265 e 271 mm, respectivamente).

A temperatura do ar apresentou uma variação grande entre inverno e verão, assim como dentro das estações. No inverno a temperatura variou de 11,2 a 17,4°C, enquanto o verão teve flutuações de 19,2 a 25,2°C.

A temperatura do sedimento exibiu grande diferença entre os setores nas mesmas semanas de coletas, contudo a variação total não diferiu muito. O setor Cem teve, geralmente, médias mais altas. No Assenodi a variação oscilou de 14 a 33,5°C e no Cem de 14 a 34,7°C.

O parâmetro umidade do sedimento apresentou as maiores desigualdades, tanto dentro dos próprios setores, como entre os setores. A maior taxa de variação na mesma semana entre os dois setores foi de 15,4 % (início do mês de maio). O Assenodi apresentou 4,41 % como menor umidade e 19,1 % como umidade mais elevada (uma diferença de 14,7%), sendo a média anual de 13%. Já no Cem a menor umidade registrada foi de 2,7%, a maior de 16,9% (diferença de 14,2%) e a média anual de 9%.

### *Distribuição dos rastros visíveis*

A distribuição perpendicular à costa (*across shore*) da espécie *Bledius bonariensis* apresentou maior amplitude que a distribuição da espécie *B. hermani*. Ambas as espécies ocorreram na proximidade da linha de detritos, contudo *B. bonariensis* ocupou preferencialmente a região do supralitoral (Fig. 14). Enquanto *B. hermani* foi observado com maior predomínio no ambiente de mesolitoral, logo após a linha de detritos ou entorno dessa.

A linha de detritos serviu, geralmente, como um limitante da distribuição de *B. hermani* no supralitoral, pois houve poucos registros dessa espécie acima da linha de detrito. Por outro lado, *B. bonariensis* ocorreu várias vezes abaixo da linha de detrito. Estas ocorrências coincidiram com períodos de adversidade, como muita chuva ou períodos secos.

No setor Assenodi foi comum registrar mais de uma linha de detrito, resultantes das desigualdades semidiurnas no regime de maré.

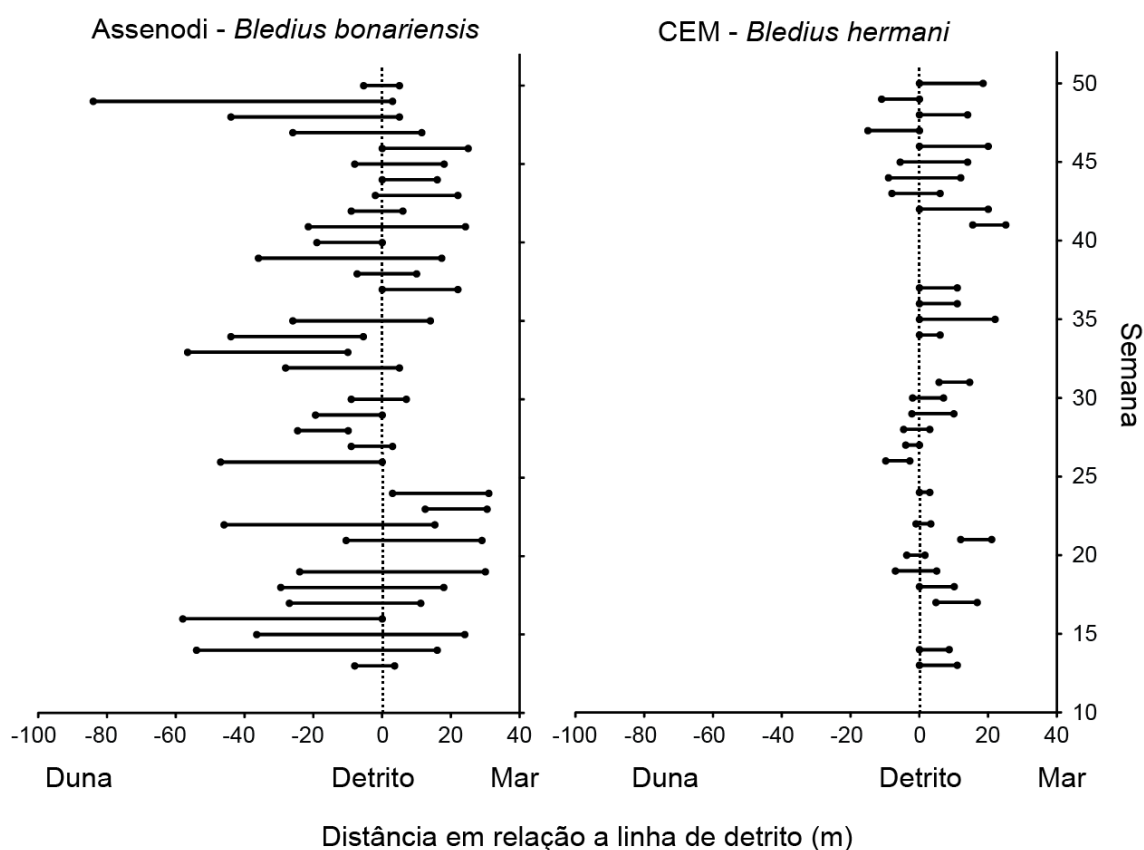


Figura 14. Distribuição dos rastros visíveis e a distâncias desses rastros em relação à linha de detrito ao longo de algumas coletas.

### ***Abundância ao longo do ano***

As maiores taxas de abundâncias de *B. bonariensis* (adultos) ocorreram no começo do ano, sendo a maior abundância registrada na terceira semana de fevereiro (média de 30 indivíduos). Houve uma diminuição na abundância, a partir do mês de abril e outra queda acentuada no mês de agosto, contudo, a taxa volta a se elevar no final desse mesmo mês. Em setembro há uma elevação um pouco maior e em seguida uma brusca diminuição. O mês de outubro também é caracterizado pelo aumento na abundância e posterior redução, contudo, essa não é tão grande quanto no mês anterior. Os últimos meses do ano mantêm uma média de baixa abundância (Fig. 15).

As larvas de *B. bonariensis* apresentaram maior abundância nos meses iniciais, janeiro e fevereiro, e na segunda quinzena de agosto até o final de setembro. Já os meses de outono e inverno foram caracterizados por baixíssimas abundâncias. A segunda semana de outubro registrou uma grande abundância de larvas, comparável às

abundâncias do início do ano, contudo houve um forte declínio nas semanas seguintes. Após essa data os demais meses registraram baixas abundâncias (Fig. 15).

É possível observar um ciclo na abundância de adultos de *B. bonariensis*, principalmente nos meses de abril a início de agosto, com picos a cada três semanas. Os meses de novembro e dezembro também demonstram esse fenômeno, contudo em abundâncias muito menores. Contudo não é possível definir se esse é o tempo de vida de um adulto. Esse ciclo não é observado nas larvas.

A máxima abundância de *B. hermani* também ocorreu nos meses mais quentes de janeiro e fevereiro, assim como a de suas larvas. Entretanto, a variação em semanas próximas é muito maior quando comparada à outra espécie estudada, tanto para indivíduos adultos como para suas larvas. Um exemplo pode ser observado em adultos, na primeira semana de janeiro foi coletada uma média de 11 indivíduos, enquanto que na segunda semana, coletou-se 37 indivíduos. Na terceira semana obteve-se 18 indivíduos e na semana seguinte 69 indivíduos, sendo esta a maior média de abundância registrada. A primeira semana de fevereiro registrou uma enorme perda de abundância de adultos, com apenas 1,5 indivíduos. Outros registros de grande abundância ocorreram na primeira semana de março e última semana de novembro, na qual foram coletados 62 indivíduos e 38 indivíduos, respectivamente.

A maior abundância de adultos de *B. hermani* é registrada nos primeiros meses do ano e no final do ano, após a segunda quinzena do mês de setembro. Observa-se que esses indivíduos quase desaparecem nos meses de maio a agosto. A partir da segunda semana de setembro evidencia-se um ciclo de três semanas com abundâncias maiores seguidas de uma grande perda (Fig. 16).

Dois épocas de maior abundância de larvas da espécie *B. hermani* foram registradas, a primeira, de grande extensão, no verão e a segunda no final da primavera. A abundância no verão pode ser dividida em duas partes: (i) as quatro semanas de janeiro e as duas primeiras de fevereiro e (ii) as duas últimas semanas de fevereiro até a terceira semana de março. As larvas não foram registradas da segunda quinzena de abril até meados de outubro e, somente, começam a apresentar maior abundância no início de novembro (Fig. 16).

Indivíduos de *B. bonariensis* foram registrados no setor Cem no outono-inverno, sendo a maior abundância registrada no mês de julho, contudo não foram coletados nem contabilizados (obs. pes.).

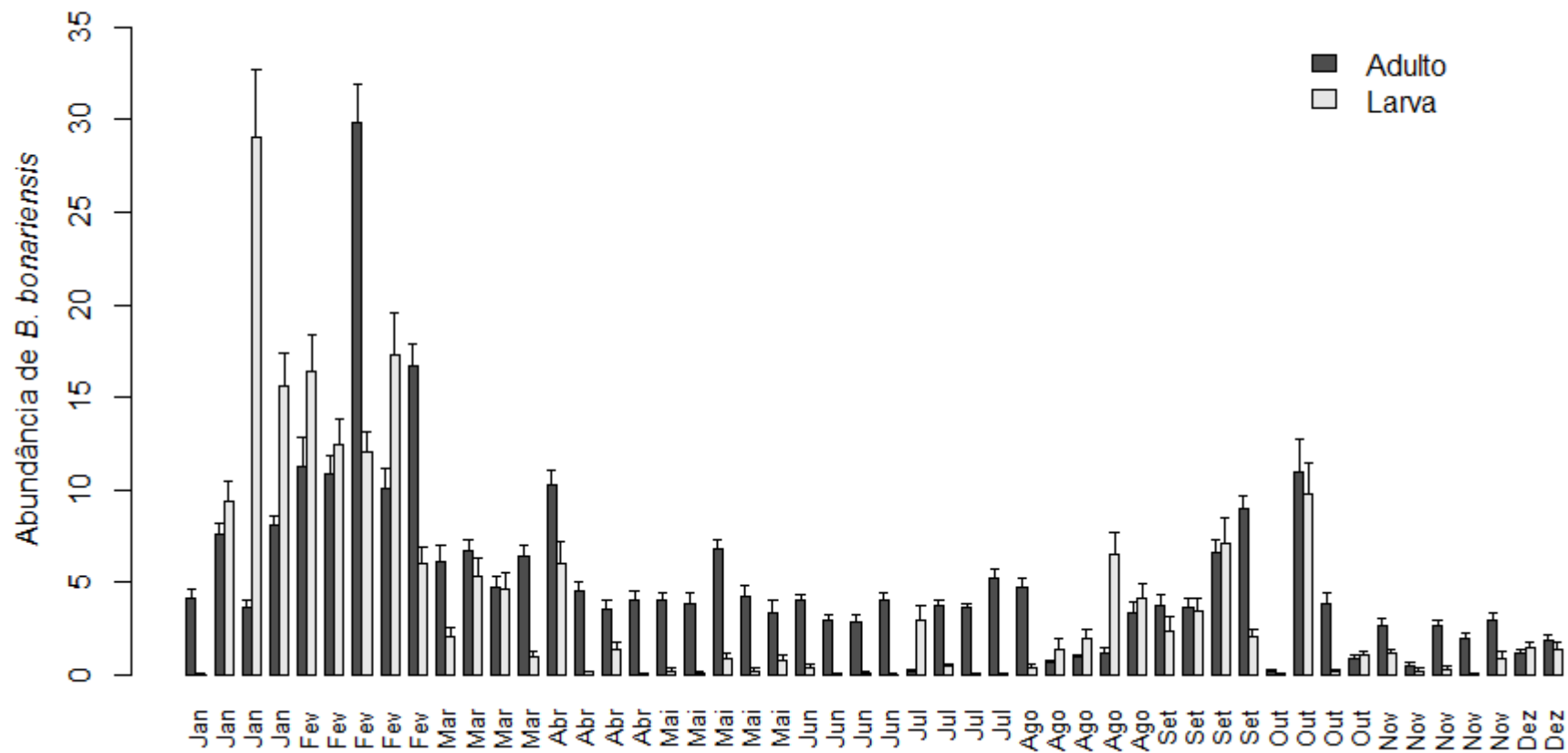


Figura 15. Abundância de adultos e larvas (média ± desvio padrão; n= 30) no setor Assenodi ao longo das 50 semanas de coletas.



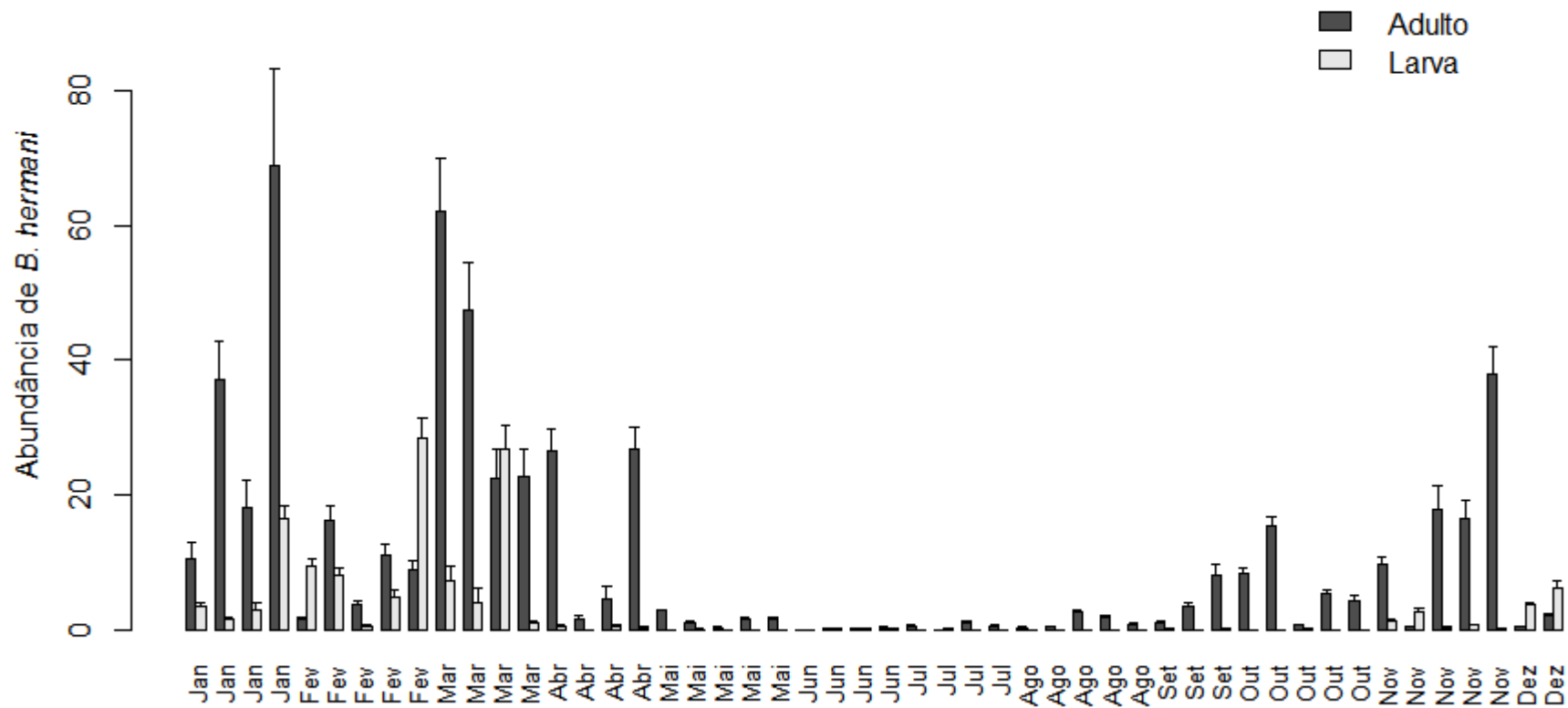


Figura 16. Abundância de adultos e larvas (média  $\pm$  desvio padrão; n= 30) no setor Cem ao longo das 50 semanas de coletas.

## ***Fatores climatológicos e abundâncias - Assenodi***

### ***Precipitação***

No setor Assenodi a precipitação demonstrou ter influencia positiva na abundância de *B. bonariensis*. Essa influencia pode ser observada em adultos a partir do mês de março. O mês de agosto registrou os menores índices pluviométricos e, também, de abundância. Nos meses de outubro, novembro e dezembro pode-se observar a variação concomitante da precipitação e da abundância (Fig. 17).

Contudo, no mês de junho há um acúmulo de 168 mm de precipitação e é observada uma diminuição na abundância. Isso pode sugerir que haja uma faixa de tolerância de pluviosidade para esse inseto, ou talvez, seja um período de baixa abundância populacional.

Nos meses de janeiro e fevereiro, as altas abundâncias não parecem estar muito relacionadas com as precipitações. Isto poderia indicar a existência de um ciclo sazonal com grandes abundâncias no verão e menores no restante do ano e, talvez, a maior abundância não seja afetada por fatores climatológicos e/ou ambientais.

As larvas de *B. bonariensis* não exibiram a mesma relação que os adultos nos primeiros meses de coleta. Contudo, períodos extensos de muita chuva coincidiram com baixas abundâncias de larvas (Fig. 17).

### ***Temperatura do ar***

O parâmetro ambiental temperatura do ar não mostra ter influencia na abundância de *B. bonariensis* (Fig. 17).

Embora, os adultos parecem responder a baixas temperaturas reduzindo a abundância, isso não se aplica para todas as diminuições de temperatura do ar. Por exemplo, no mês de junho, a menor temperatura registrada foi de 11,2°C e houve aumento na abundância. E em fevereiro a terceira semana registrou a menor temperatura do mês (20,8°C) e obteve a maior média na abundância, aproximadamente 30 indivíduos.

Entretanto, este parâmetro parece ter essa relação com larvas, as quais demonstram baixa abundância quando são registradas baixas temperaturas do ar, por exemplo, nos meses de março, julho, agosto e novembro. O aumento da temperatura também registra aumento nos índices de larvas, como verificado na terceira semana de fevereiro, nos meses de abril, agosto, setembro e outubro (Fig. 17).

### ***Temperatura do sedimento***

Ao observar o gráfico de temperatura do sedimento, verifica-se pouca influencia na abundância deste parâmetro com adultos de *B. bonariensis* (Fig.17).

Nos meses de abril, maio e setembro verifica-se a diminuição da temperatura e aumento na abundância de insetos adultos coletados. Da mesma forma, é possível verificar uma acentuada queda na temperatura do sedimento na primeira semana do mês de junho (14°C) e uma elevação muito pequena na quantidade de indivíduos capturados. Também é possível observar o aumento da temperatura do sedimento e a diminuição da abundância nos meses de abril, maio, julho, outubro e novembro.

Contudo, há algumas exceções, em que se observa o aumento da temperatura do sedimento e também o aumento na abundância de adultos (agosto e outubro).

No caso de larvas de *Bledius bonariensis*, essa relação de abundância e temperatura do sedimento demonstra uma fraca relação (Fig. 17). Quando a temperatura é baixa a abundância também é reduzida, como observado nos meses de junho, agosto, setembro, outubro e novembro.

### ***Umidade do sedimento***

O fator umidade do sedimento não mostra influencia na abundância de adultos de *B. bonariensis* (Fig. 17).

É possível verificar baixa umidade do sedimento e abundâncias elevadas (nos meses de fevereiro, abril e agosto) e, também, baixa umidade do sedimento e baixas abundâncias (março, julho, outubro e novembro). A resposta de alta abundância para alta umidade do sedimento é registrada no início de fevereiro, final de maio, final de setembro, início de outubro e em novembro.

O gráfico de larvas também não apresenta padrões claros (Fig. 17).

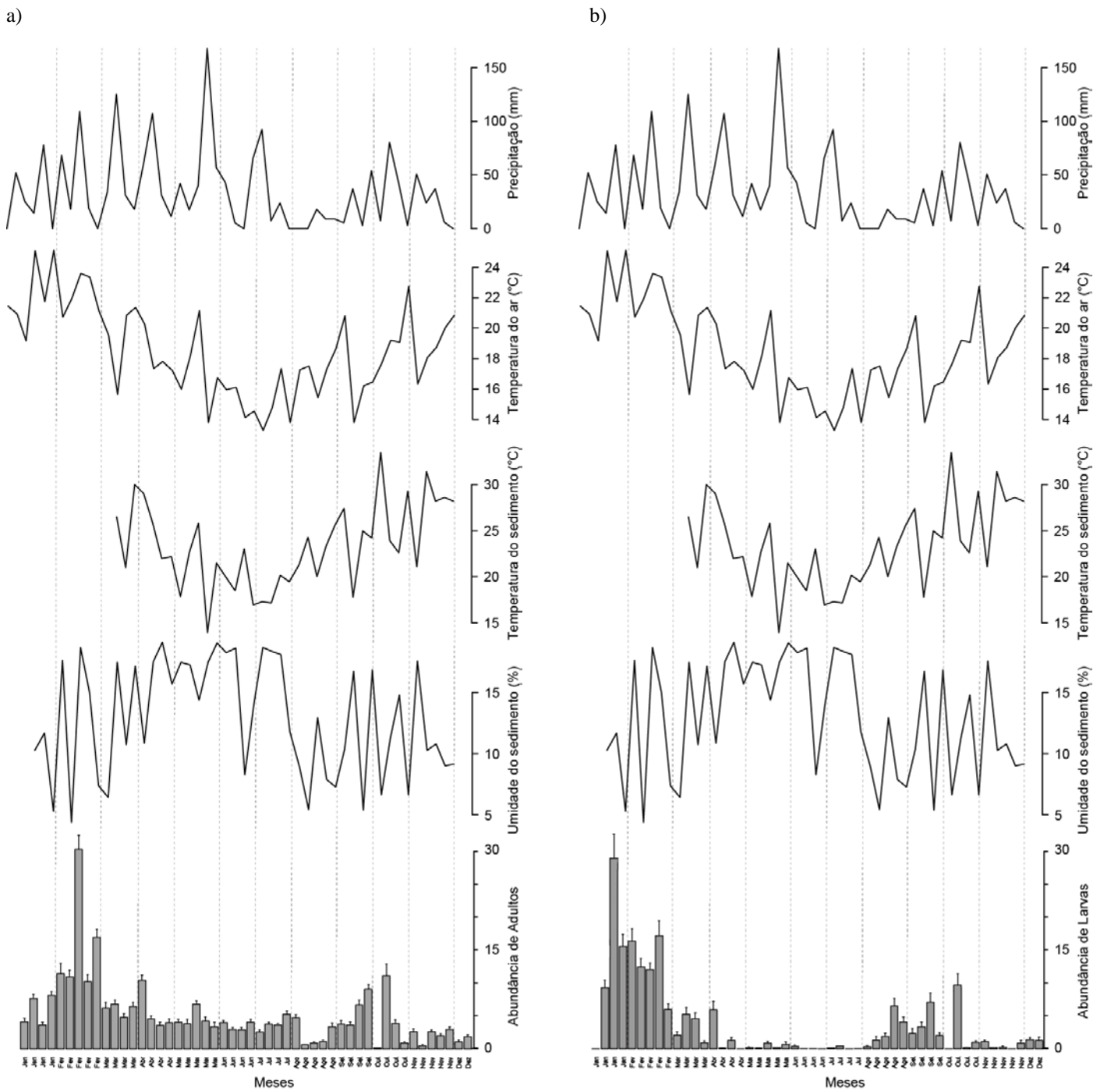


Figura 17. Abundância média de *B. bonariensis* e parâmetros ambientais no setor Assenodi ao longo das 50 semanas de coletas. a) adultos; b) larvas.

## ***Fatores climatológicos e abundâncias - Cem***

### ***Precipitação***

A abundância da espécie *B. hermani* não demonstra sofrer influencia da precipitação, visto que não apresenta um padrão claro (Fig. 18).

Ao analisar o gráfico, verifica-se que, algumas vezes, essa espécie parece responder a esse parâmetro, pois a baixa precipitação e a baixa abundância são observadas (em fevereiro, abril, outubro e novembro). Contudo, também é possível notar que há a ocorrência de baixa precipitação e o aumento elevado na abundância nos meses de janeiro e março. Assim como a alta precipitação registra abundâncias altas (abril e novembro) e baixas (fevereiro, junho, julho, outubro).

O mesmo ocorre para análise das larvas, isto é, há abundâncias muito elevadas quando a precipitação é alta e nessas mesmas condições de pluviosidade abundância zero. As precipitações baixas registram abundâncias altas, médias e nulas (Fig. 18).

### ***Temperatura do ar***

A variação na temperatura do ar apresenta uma influencia direta na abundância populacional de adultos de *B. hermani* (Fig. 18). É notável que as duas menores temperaturas registradas, primeira semana de junho (11,2°C) e segunda semana de julho (11,4°C) apresentem a menor média de abundância de adultos (0,03 indivíduos). Também é evidente a elevação da temperatura e, respectivamente, da abundância, no mês de janeiro.

Outro fato considerável foi a eminente diminuição na temperatura da última semana do mês de maio para a primeira semana do mês de junho (10°C), o que representou uma extraordinária redução de, aproximadamente, 98% na abundância de adultos.

A queda da temperatura ao longo do mês de março, também, demonstra uma diminuição na abundância de adultos de *B. hermani*, assim como o início do mês de abril foi marcado por uma elevação na temperatura e, também, na abundância.

Contudo, essa influencia não é observada nas larvas (Fig. 18). A menor temperatura em julho demonstrou indiferença na quantidade de larvas coletadas, assim como a elevação na temperatura nas semanas finais do mês julho e do mês de agosto não demonstram um aumento na abundância.

### ***Temperatura do sedimento***

A influencia da temperatura no sedimento não foi verificada nem em adultos de *B. hermani* nem em suas larvas.

A menor temperatura do sedimento foi registrada na primeira semana de junho (juntamente com a temperatura do ar), sendo registrada a média de 0,03 indivíduos de adultos e nenhuma larva. Contudo, o número de indivíduos adultos foi baixo nas semanas seguintes, mesmo com a elevação da temperatura do sedimento, e a abundância de larvas manteve a média baixíssima das semanas anteriores e posteriores (Fig. 18).

Outro indício de não haver influencia, é o fato de temperaturas elevadas registrarem baixas abundâncias de adultos (abril, maio e setembro) e, ao mesmo tempo, abundâncias elevadas, como a quarta semana de novembro.

O aumento na abundância de larvas começa a ser observado a partir do mês de novembro e esse período é marcado por grande variação desse parâmetro abiótico. Assim, não se pode estabelecer um padrão de influencia.

### ***Umidade do sedimento***

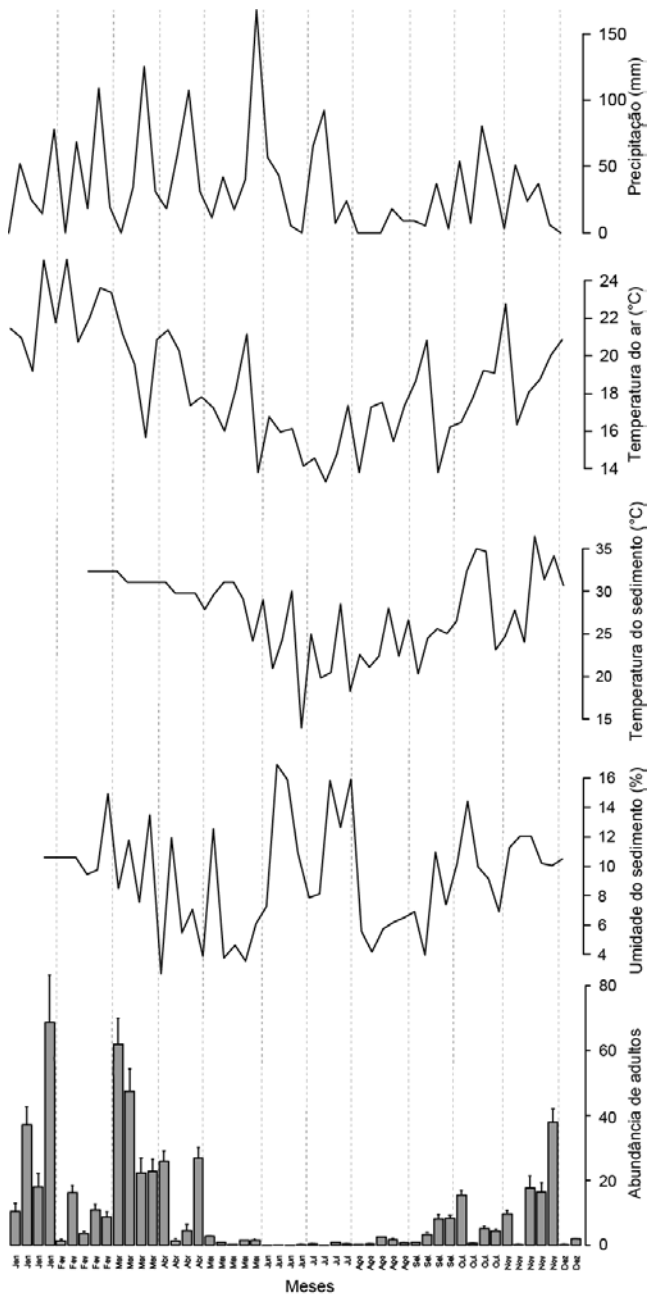
O parâmetro umidade do sedimento apresenta fraca influencia sobre a abundância de *B. hermani* (Fig. 18).

Ao haver diminuição da umidade do sedimento a abundância aumentou em março, abril, setembro, outubro e novembro. Do mesmo modo que o aumento da umidade e redução de *B. hermani* foram registradas em fevereiro, março, maio e outubro.

Contudo, a diminuição da umidade também registra queda na abundância como, por exemplo, em março, maio e novembro. E o aumento da umidade e da abundância é verificado na segunda semana de abril. O mês de maio demonstra redução gradativa na abundância, sem indicar influencia da umidade do sedimento.

As larvas também parecem sofrer uma fraca influencia da umidade. Como observado no mês de fevereiro, março e abril. Contudo, não é possível verificar padrões para os outros meses do ano (Fig. 18).

a)



b)

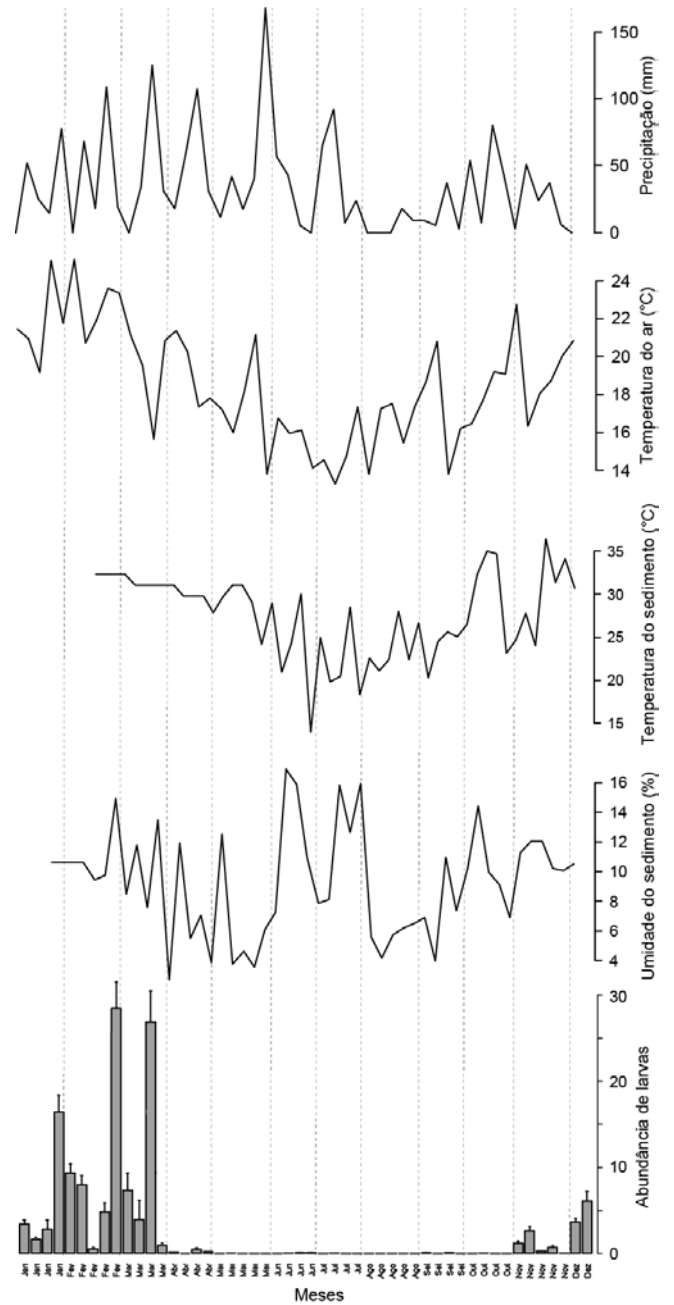


Figura 18. Abundância média de *B. hermani* e parâmetros ambientais no setor Cem ao longo das 50 semanas de coletas. a) adultos; b) larvas.

### **Histograma de tamanho - *B. bonariensis* (Setor Assenodi)**

As larvas de *B. bonariensis* (Fig. 19) apresentaram comprimentos com variação entre 0,45 e 3,4 mm. Dentro deste intervalo de tamanhos é possível identificar várias modas sobrepostas, sendo a classe de tamanho de 1,65 mm a de maior frequência, seguida pelas classes de 1,35 mm e 1,95 mm. Os extremos das classes de tamanho apresentaram a menor frequência de indivíduos.

As pupas coletadas apresentaram uma variação de tamanho pequena, de 2,3 a 3,3 mm, seguindo uma distribuição normal. Os adultos exibiram variação parecida com a de pupas, sendo que o menor tamanho registrado foi de 2,1 mm e o maior de 3,3 mm. A maior frequência de adultos foi observada na classe 2,7 mm.

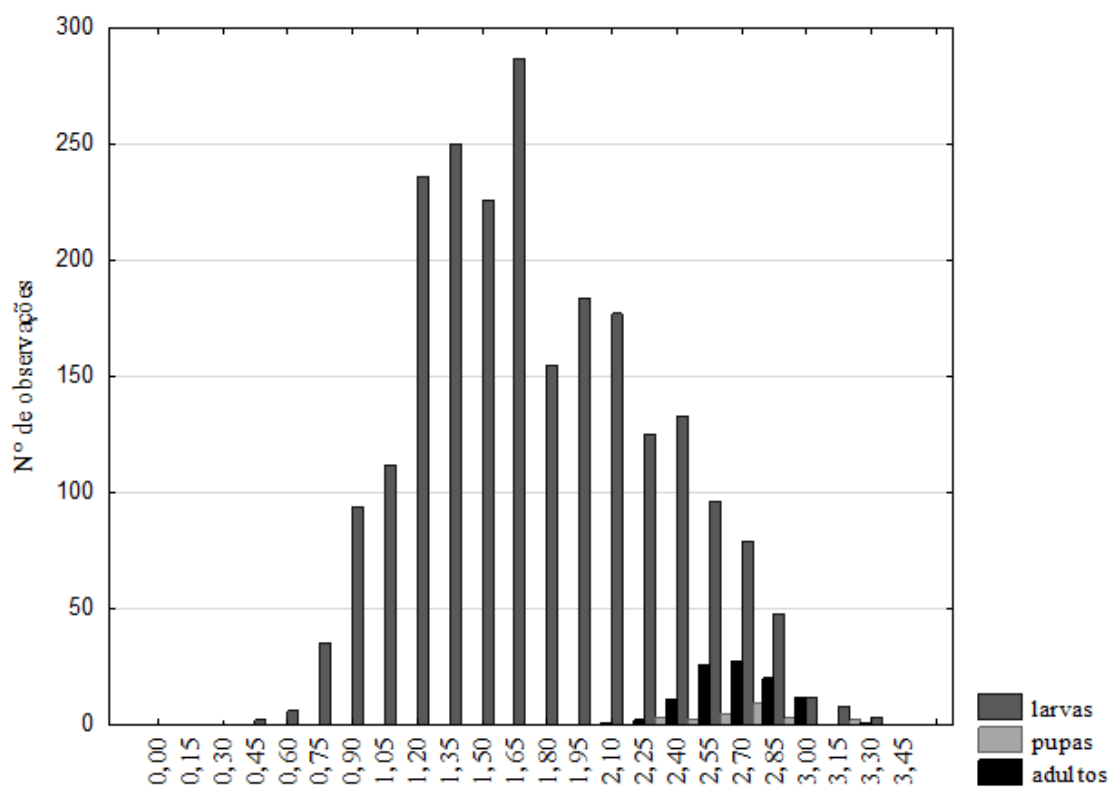


Figura 19. Frequência de classe de tamanho de larvas de *B. bonariensis*.



### **Histograma de tamanho - *B. hermani* (Setor Cem)**

O tamanho das larvas de *B. hermani* variou de 0,6 a 2,8 mm e a maior frequência observada também foi na classe 1,65 mm. Neste caso, toda a distribuição de larvas aproxima-se a uma curva normal puxada para a esquerda (Fig. 20).

Somente foram medidas duas pupas, devido à baixa frequência das mesmas e os tamanhos observados foram de 2,0 e 2,8mm. Os adultos apresentaram uma variação de 1,6 a 2,4 mm, sendo a maior frequência observada na classe de tamanho correspondente a 2,1 mm.

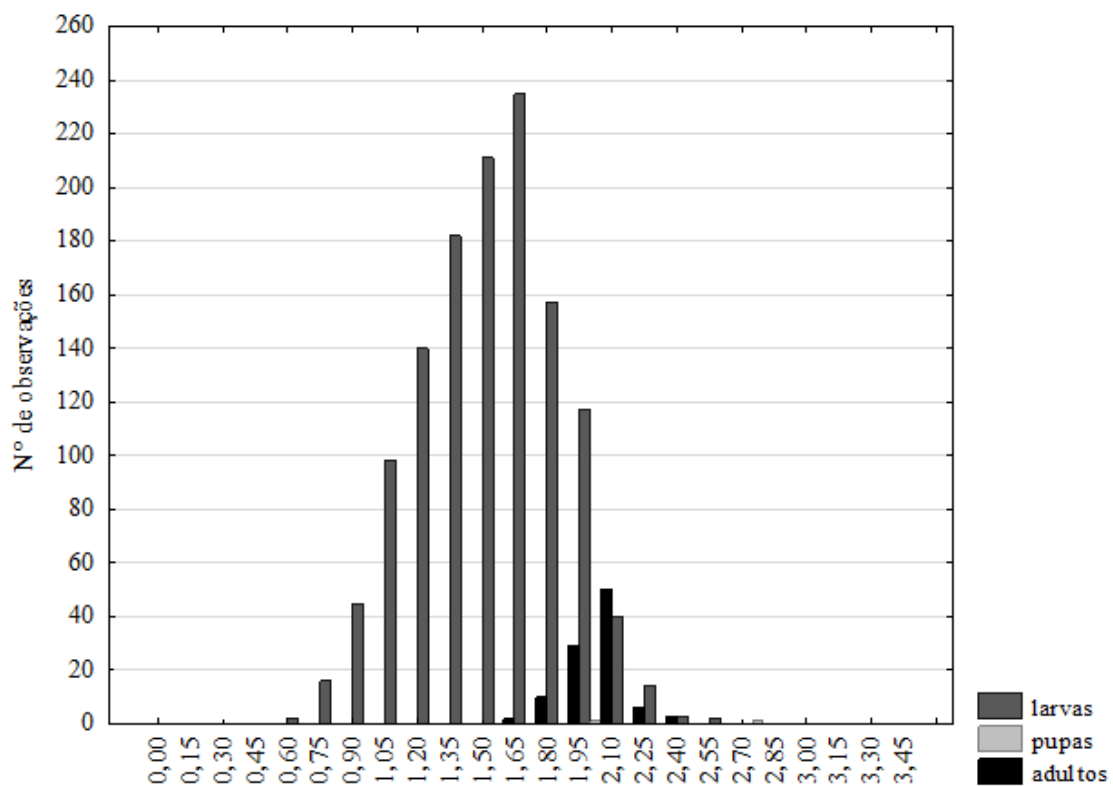


Figura 20. Frequência de classe de tamanho de larvas de *B. hermani*.

### ***Frequência de tamanho por semana – Bledius bonariensis***

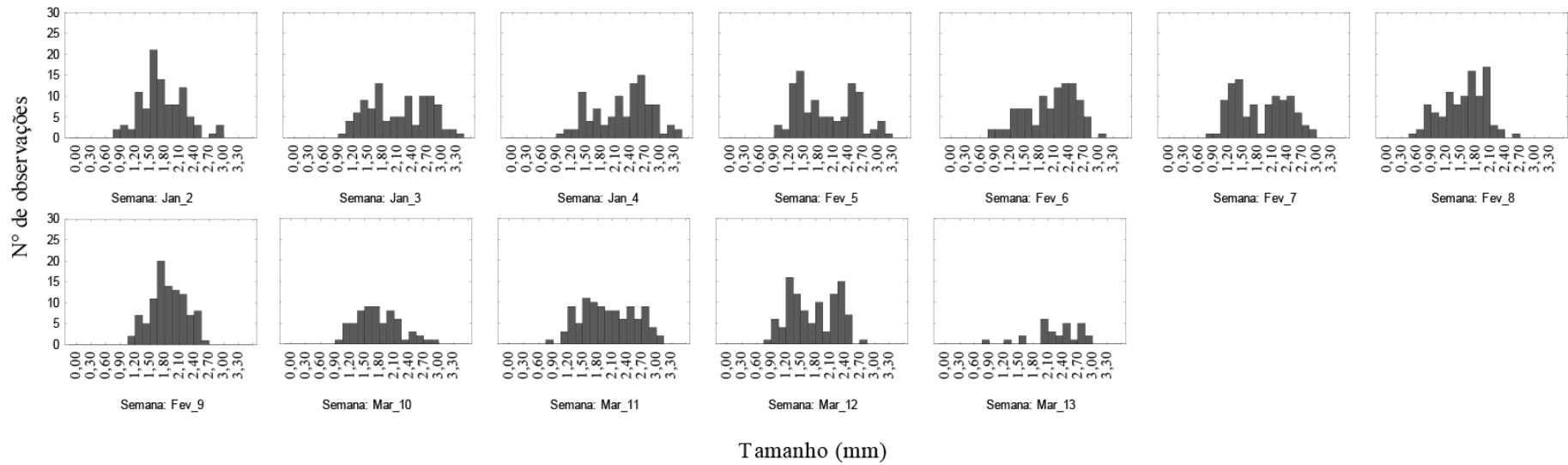
Com base no histograma (Fig. 21) é possível verificar a existência de várias modas, que, possivelmente, representam diferentes estágios larvais. Os meses de verão apresentaram maior abundância de larvas, o que pode gerar uma sobreposição dos estágios larvais. A progressão modal é observada a partir da segunda semana de janeiro, sendo o maior pico de abundância a classe 1,65 mm. A terceira semana apresenta um deslocamento do pico de abundância, para a classe 1,8 mm. Já a quarta semana apresenta mais um deslocamento da maior abundância, para a classe 2,7 mm.

Pode-se observar que a primeira semana de fevereiro apresenta o maior pico de abundância na classe 1,5 mm, o que sugere o surgimento de um novo grupo numeroso de larvas. A segunda semana de fevereiro apresenta o pico de abundância na classe 2,4 e 2,55 mm. Importante lembrar que a maior média de adultos registrada foi na semana seguinte, com 29,8 indivíduos adultos, possivelmente, corresponde ao crescimento larval observado em janeiro.

Com isso pode-se sugerir que uma larva de *B. bonariensis* permanece, aproximadamente, cinco semanas em estágio larval até se tornar adulto. Como foram coletadas poucas pupas, principalmente no verão (provavelmente devido à grande abundância de ovos e larvas), as mesmas não foram consideradas nestas análises. Contudo, infere-se que o tempo de pupa seja de aproximadamente uma semana, ou menor. Os meses de inverno também demonstram essa tendência (Fig. 21), a progressão de uma moda abundante de larvas é observada a partir da quarta semana de agosto (semana 34) até a última semana de setembro.

A primeira semana de setembro registra maior abundância na classe 1,35 mm. Na semana seguinte a maior frequência encontra-se em 1,8 mm, o que demonstra, novamente, a sucessão de tamanhos.

*Bledius bonariensis* - verão



*Bledius bonariensis* - inverno/primavera

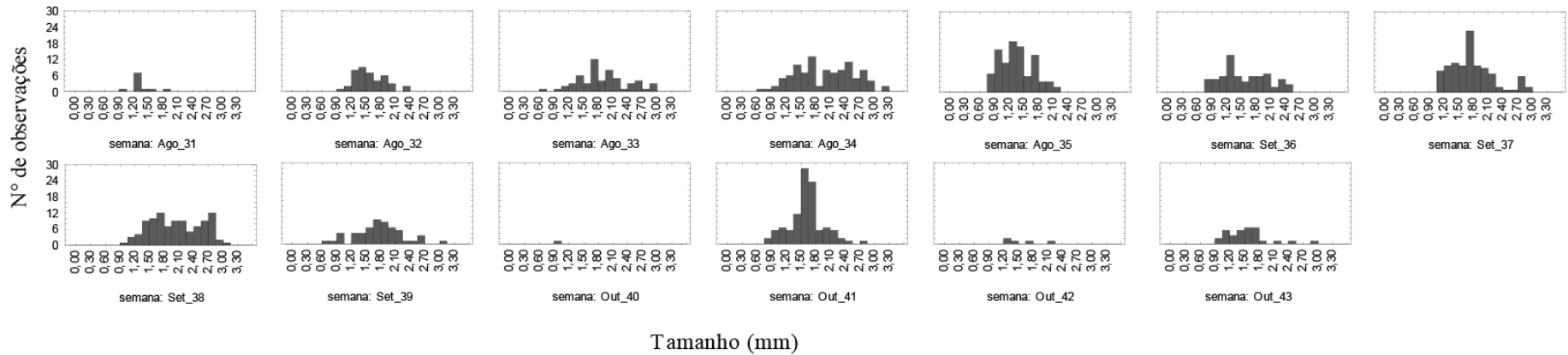


Figura 21. Frequência de classe de tamanho das larvas de *B. bonariensis*, dos meses de janeiro a março (verão) e agosto a outubro (inverno/primavera), categorizada por semana.

### ***Frequência de tamanho por semana – Bledius hermani***

Os primeiros meses do ano apresentaram grandes abundâncias de larvas, e, certamente, sobreposição dos estágios larvais (Fig. 22).

A partir da terceira semana de janeiro pode-se observar uma moda com alta abundância, em 1,65 mm. A última semana de janeiro apresenta a maior abundância na classe 2,05 mm, enquanto a primeira semana de fevereiro apresenta o pico larval em 2,1 mm.

Outras sucessões de modas abundantes são observadas na quarta semana de fevereiro, com maior frequência na classe 1,2 mm e a semana seguinte, com maior registro de larvas na classe 1,95 mm. No mês de março, a primeira semana registra uma abundância na classe 1,35 mm, enquanto na segunda semana, a maior abundância está na classe 1,8 mm. Estas observações podem indicar um número menor de estágios larvais, entre 3 e 4, e um crescimento maior, entre 2 e 3 semanas, para essa espécie.

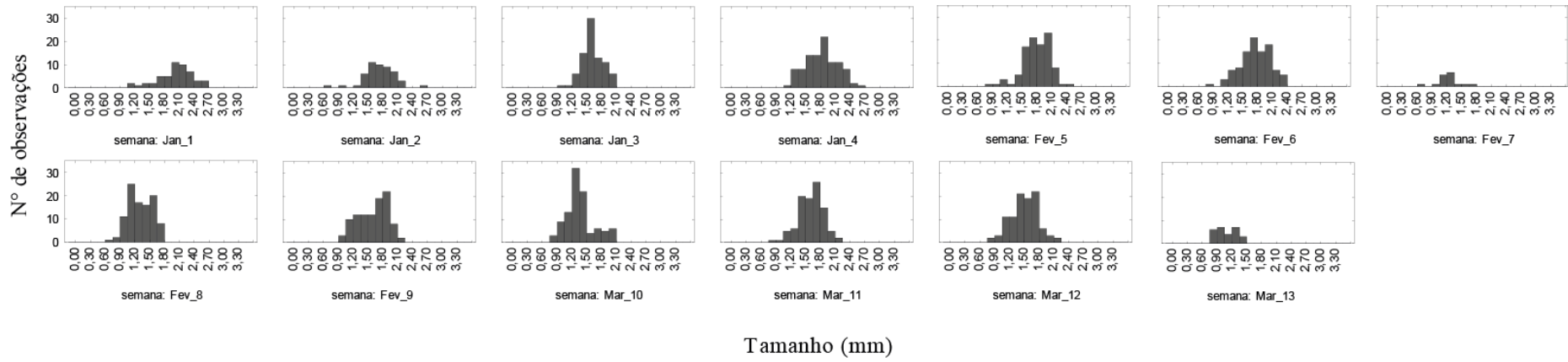
O início da primavera foi marcado por baixa abundância sendo que a maior parte do mês de outubro apresenta somente uma classe de tamanho (Fig. 22). Na primeira semana as larvas registradas tinham o tamanho de 1,2 mm, na segunda semana 1,2; 1,5 e 1,8 mm, já na terceira semana as larvas apresentaram o tamanho de 1,95 mm e a última semana registrou larvas de 2,25 mm. Mesmo com a pequena abundância é possível evidenciar a progressão modal ao longo das semanas.

No mês de novembro foi observada uma abundância maior e, também, uma maior faixa de classes de tamanho, evidenciando a sobreposição de estágios larvais. A primeira semana apresentou a maior abundância em 1,8 mm, assim como na segunda semana, contudo com abundância maior. A três semanas seguintes apresentaram baixas abundâncias sem moda evidente.

O mês de dezembro exhibe grande abundância. Na primeira semana de dezembro a moda foi observada na classe 1,8mm. A segunda semana de dezembro registrou maior abundância na classe 1,65 mm, demonstrando novamente a sobreposição de classes e a maior abundância no verão.

Com isso, pode-se inferir que uma larva de *B. hermani* leva, aproximadamente, quatro ou cinco semanas em estágio larval, para se tornar adulto. Também foram coletadas poucas pupas, acredita-se que esse estágio de vida seja pouco duradouro, com menos de uma semana.

*Bledius hermani* - verão



*Bledius hermani* - primavera

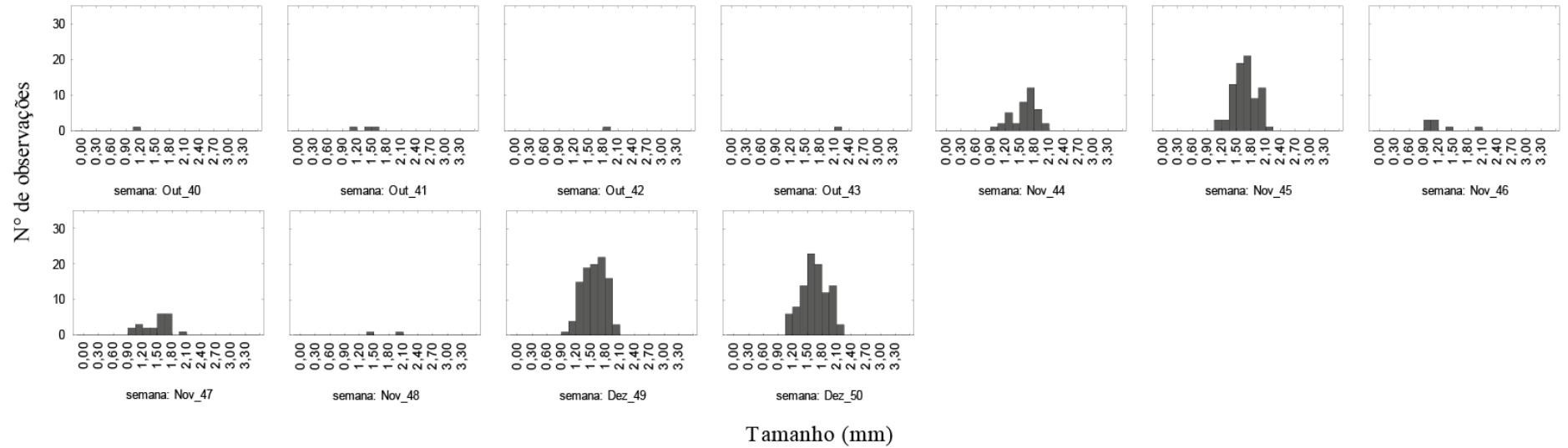


Figura 22. Frequência de classe de tamanho das larvas de *B. hermani*, dos meses de janeiro a março (verão) e outubro a dezembro (primavera), categorizada por semana.

## DISCUSSÃO

Os parâmetros abióticos mensurados exibiram uma grande variação ao longo do ano. Angulo (1992) descreve que na região não há períodos secos, sendo o verão mais chuvoso. No presente período estudado, o verão mostrou alto índice de pluviosidade, contudo o início do inverno também apresentou bastante precipitação e os meses do final do inverno foram os mais secos. Contudo as temperaturas do ar e do sedimento mostraram um típico ciclo inverno-verão. As diferenças entre os setores quanto à umidade do sedimento indicam que os ambientes estudados possuem algumas diferenças que poderiam justificar a presença de espécies diferentes, com adaptações para sobrevivência e/ou estratégias populacionais também diferentes.

Segundo Griffiths & Griffiths (1983), a distribuição de *Psamathobledius punctatissimus* é limitada pela umidade e nível da maré, além da textura mais solta da areia. No setor Assenodi, o supralitoral é mais extenso (vide capítulo 1) e mais úmido, devido a influência do lençol freático, o que pode propiciar uma distribuição mais ampla de *B. bonariensis*. Já o setor Cem apresentou o supralitoral muito seco (conforme exposto no capítulo 1), o que poderia limitar a distribuição de *B. hermani* abaixo da linha de detrito. Estas diferenças nas distribuições das duas espécies, que já tinham sido descritas no primeiro capítulo, foram mantidas praticamente ao longo de todo o ano de amostragem.

A abundância da população adulta de *B. bonaeriensis* foi mais regular ao longo do ano e exibiu um ciclo anual com maiores abundâncias no período de verão. Contudo, a recuperação das abundâncias no final da primavera do período estudado não tem aparentemente uma continuidade.

Diversos autores, como Herman (1986), Wyatt (1986), Wyatt & Foster (1989a; 1989b), Gianuca (1987; 1998), Roig-Juñent & Gianuca (2001), Schreiner (2001), afirmam que insetos da família Carabidae são os principais predadores de *Bledius spp.* O registro da baixa abundância de adultos de *B. bonariensis* a partir de final de outubro poderia estar relacionado a uma grande predação de larvas, visto que foram observados muitos rastros de carabeídeos e poucos rastros de *Bledius* neste período, bem como a ocorrência de larvas decapitadas (obs. pes.).

As larvas de *B. bonariensis* apresentam dois períodos de maior abundância contínua, no verão e na primavera, o que sugere que essas sejam as ocasiões de acasalamento e maior postura de ovos. Wyatt & Foster (1986; 1989a) descreveram que

larvas de *Bledius spectabilis* dispersam das tocas maternas nas noites de verão, período reprodutivo para essa espécie. É possível que a espécie *B. bonariensis* apresente dois períodos reprodutivos, mas com uma geração vivendo próxima a um ano.

A sequência apresentada entre as maiores abundância de larvas no verão e as maiores abundâncias de adultos (quatro a cinco semanas), poderia mostrar o ciclo de desenvolvimento larval.

A abundância de adultos de *Bledius hermani* mostrou grande oscilação ao longo do ano, sendo possível verificar uma flutuação na abundância, o que poderia ser o ciclo sazonal dos adultos. As abundâncias elevadas seguidas de um grande declínio se devem, provavelmente, a alta mortalidade ou dispersão. Staniec (1999) afirma que *Bledius nanus* (grupo *semiferrugineus*), em condições naturais, pode ter duas gerações por ano. Talvez o quase total desaparecimento dos adultos de maio a agosto se deva à período de hibernação (Larsen 1936; Staniec 1999) ou morte, evidenciando uma e duas gerações, respectivamente. Isso poderia explicaria a grande diminuição sem aparentes causas ambientais.

A única geração se iniciaria na primavera e se estenderia até o final do verão/início do outono. Já o hábito de entocar durante a maré alta tem sido relatado para várias espécies entremareais, como *B. tricornis* por Burrell, (1812), *B. subniger* por Rudd (1835), *B. spectabilis* por Larsen, (1936) e Wyatt e Foster (1986; 1989a;1989b), *B. unicornis* por Steel, (1955), e *P. punctatissimus* por Griffiths e Griffiths (1983).

Por outro lado, as larvas de *B. hermani* apresentaram duas épocas de maior abundância, no verão e na primavera. Isso sugere que as fêmeas depositem mais ovos no verão, com mais de um pico de postura. Contudo, não se pode afirmar quantas posturas uma fêmea realiza, nem se há cuidado parental, como descrito por Wyatt e Foster (1986; 1989a;1989b).

Grandes abundâncias de *Bledius* são comuns e registradas em alguns trabalhos, como descrito por Griffiths & Griffiths (1983), que encontraram 2.260 ind/m<sup>2</sup> de *P. punctatissimus* no sudeste dos Estados Unidos, Gianuca (1987) registrou 2.350 indivíduos/m<sup>2</sup> de *B. bonariensis* no sul do Brasil, Wyatt & Foster (1988) afirmaram que *B. spectabilis* podem chegar a uma densidade de 4.000 ind/m<sup>2</sup> (abundância de larvas e adultos combinada) leste do Reino Unido, Garcia & Niell (1991) encontraram 2.541 ind/ m<sup>2</sup> de *Bledius* no sul da Espanha e Gandara-Martins *et. al* (2010) registrou 323,3 ind/ m<sup>2</sup> de densidade de *B. bonariensis* e 772 ind/ m<sup>2</sup> *B. hermani*. As maiores abundâncias encontradas no presente trabalho foram de 3.294 ind/m<sup>2</sup> para *B.*

*bonariensis* e 16.647 ind/m<sup>2</sup> para *B. hermani*. Embora esta última espécie tenha mostrado uma elevadíssima abundância quando comparada com a bibliografia do gênero, estes valores ficaram restritos a um curto período não contínuo durante o verão.

A grande abundância observada pode ser devido aos outros autores terem realizado apenas uma coleta em algum dia do ano. Já a menor abundância relatada por Gandara-Martins *et. al* (2010) se deve ao fato de terem realizado somente três coletas com um amostrador de 25 cm, enquanto no presente estudo foram realizadas coletas contínuas de 50 semanas, mostrando que essa espécie pode atingir em alguns momentos elevadíssimas abundâncias. Pode-se sugerir que o tamanho reduzido de *B. hermani* gere agrupamentos mais densos que outras espécies do mesmo gênero.

Por outro lado, esta maior abundância de adultos na espécie *B. hermani*, não ocorreu em larvas. Nesta espécie as larvas atingiram um máximo de 4.353 ind/m<sup>2</sup>, quatro vezes menor do que o máximo de adultos. Isso pode ser um indicativo da existência de segregação dos estádios de vida. Possivelmente, essa segregação seja paralela à costa (*along shore*), pois não foram observados rastros no supralitoral (obs. pes.).

Outro indicio desse distanciamento foi a observação em meados do mês de novembro de uma segregação espacial entre larvas e adultos na espécie *B. hermani*. As larvas ocorreram cerca de 400m de distância do ponto de coleta (obs. pes.) e, concomitantemente, as semanas desse mês registraram baixa abundância de larvas. Isso deve ter ocorrido, provavelmente, para não haver competição intraespecífica ou porque as condições ambientais no local de coleta eram desfavoráveis.

A quantidade de pupas foi muito baixa nas duas espécies, isso possivelmente ocorreu devido sua curta duração temporal (menor que uma semana). Já o estágio de ovo foi observado em grandes quantidades apenas para *B. bonariensis*. Os autores Griffiths & Griffiths (1983) e Wyatt & Foster (1989b) descrevem que as fêmeas das espécies *P. punctatissimus* e *B. spectabilis* depositam seus ovos em tocas especiais. A partir dessas observações são sugeridas três hipóteses que explicariam a ocorrência de poucos ovos na espécie *B. hermani*: (i) o tamanho do ovo nesta espécie é muito pequeno e passaria pela malha de 350µm; (ii) a deposição dos ovos seria em câmaras mais profundas, além da profundidade de coleta desse trabalho; (iii) há ocorrência de segregação espacial, e os ovos seriam depositados em um local não amostrado. A diferença acima mencionada quanto ao número de larvas e/ou pupas poderia corroborar, em parte, esta última hipótese.



Quanto às relações das abundâncias com os parâmetros ambientais, os resultados apresentados não mostram claras relações.

Aparentemente apenas *B. bonariensis* teria uma influencia do parâmetro precipitação. Os adultos mostraram uma possível relação entre períodos de chuva e aumento na abundância. Essa espécie exibe uma faixa de tolerância para o fator ambiental precipitação. Isto é, quando a precipitação é baixa observa-se baixas abundâncias, bem como precipitações muito elevadas.

Mesmo havendo grandes variações na temperatura do sedimento, esta se mostrou influente apenas na espécie *B. bonariensis*. Já temperatura do ar mostrou fraca relação com adultos de *B. hermani*, talvez pelo fato *B. hermani* se encontrar na região de mesolitoral e, conseqüentemente, suportar maior umidade e temperaturas mais baixas do sedimento. A umidade do sedimento parece ser o parâmetro ambiental de maior influencia para as espécies estudadas.

Os autores Griffiths & Griffiths (1983) e Garcia & Niell (1991) descreveram que *P. punctatissimuse* e *B. bicornis*, respectivamente, foram encontrados com maior abundância em locais com umidade próxima a 15%. Ambientes acima dessa umidade apresentaram baixa abundância e habitats com menor umidade apresentaram baixíssima abundância ou não apresentaram esses organismos.

As oscilações na umidade do sedimento não pareceram influenciar diretamente na abundância de larvas e adultos de *B. bonariensis*, já a espécie *B. hermani* apresentou certa influencia, inversamente proporcional, da umidade em adultos e larvas (quando a umidade é menor a abundância é maior). É importante ressaltar que as umidades do sedimento foram diferentes nos dois setores estudados. A espécie *B. bonariensis* parece ocorrer em sedimentos com até 19 % de umidade, quando observado o mês de maio e a distribuição explicada no capítulo 1.

Esta diferença de habitat poderia explicar a presença ocasional de *B. bonariensis*, no setor Cem no período de outono-inverno (obs. pes.), quando as umidades do sedimento tiveram um valor médio de 10,2%.

Há divergências relacionadas ao número de estádios de larvas para o gênero *Bledius*. Matsuzawa (1964) encontrou cinco estádios para *B. salsus*, Griffiths & Griffiths (1983) encontrou, também, cinco estádios para *P. punctatissimuse* e Herman (1986), provavelmente a partir destes trabalhos, sugeriu este número de estádios para o todo gênero. No entanto, em um trabalho mais recente, Staniec (1999) sugere apenas três estádios para *B. nanus*. No presente trabalho, o maior intervalo de tamanho, assim como

a identificação de algumas progressões de modas nas larvas, sugerem *B. bonariensis* completaria um ciclo de larva até adulto em 4 a 5 semanas. Por outro lado, a identificação de algumas progressões de modas nas larvas de *B. hermani* estaria sugerindo um ciclo menor, de 3 a 4 semanas.

Em estudos de cuidado parental, Wyatt & Foster (1986 e 1989a) descrevem que a larva de *B. spectabilis* deixa a toca materna após concluir o primeiro instar, cerca de uma semana. Com base nessa informação, de um instar apresentar cerca de uma semana, e que *B. bonariensis* levariam cerca de cinco semanas para alcançar o estágio de adulto, pode-se sugerir que *B. bonariensis* apresente cinco estádios larvais. Enquanto *B. hermani* apresentaria quatro estádios larvais, visto que, possivelmente, foram coletadas larvas do segundo instar em diante para esta espécie. Essa afirmação é plausível ao se observar que a menor larva de *B. hermani* apresentou 0,6 mm, enquanto a menor larva de *B. bonariensis* exibiu 0,45 mm, mesmo sendo a segunda espécie portadora de adultos maiores (2,7 mm contra 2,1 mm).

Outras diferenças puderam ser observadas entre estas duas espécies, como é o caso do comportamento frente a ameaças ou perturbações. A espécie *B. bonariensis*, assim como *B. mandibularis* e *B. spectabilis* (Wheeler *et. al* 1972), curva a ponta do seu abdômen para frente para liberar no possível predador uma secreção repugnatória, produzida por glândulas localizadas no 7º tergito. Esta secreção foi visível na coloração amarelada presente nos eppendorf contendo esses insetos. Enquanto a espécie *B. hermani* quando perturbada apresenta comportamento de fuga por meio de voo (obs. pes.).

Diferenças de estratégias de vida entre espécies próximas são descritas por Moore (1978), onde *B. fenyesei* ocorre em encalhes trazidos pela maré em estado bem deteriorado, quando não há a presença de outros estafilinídeos. Enquanto *B. monstratus* é observado em linhas de detritos com muitas algas e em menor abundância. Os resultados do presente trabalho mostram claramente que as duas espécies estudadas tiveram diferenças quanto ao hábito de vida, em relação à zonation, ao ciclo de vida, à estratégia de defesa.

Pode-se afirmar que as duas espécies de *Bledius* apresentam estratégias de vida diferentes e são muito bem-sucedidas. Contudo, falta determinar a veracidade de hábito de se esconder em tocas durante a maré alta e a alimentação exata (diatomáceas de água doce, marinhas ou euglenáceas) das espécies.

## REFERÊNCIAS

- Angulo, R. J. (1992) **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. [S.l.]: Universidade de São Paulo.
- Bigarella, J. J. (2001) Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. jubilee, p. 65-110.
- Borzzone, C.A.; Melo, S.G.; de Rezende, K.V.; do Vale, R.; Krul, R. (2003) Macrobenthic Intertidal Communities From Wave to Tide Dominated Beach Environments. A Case Study in Two Brazilian Beaches. **Journal of Coastal Research**, v 35 p 472-480.
- Braga, V.Z. Composição e variação espaço-temporal do microfítobentos na praia arenosa do Village (Pontal do sul, Paraná, Brasil). 60f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008
- Brown, A.C.; McLachlan, A. (1990) Ecology of Sandy Shores. **Elsevier**. 327 p.
- Burrell, J. (1812) Remarks on *Staphylinus tricornis*. **Transactions of the Entomological Society of London**, v 1, p 310-313.
- Cheng, L. (1976) Insects in marine environments. Marine Insects. **North-Holland Publishing Company**. 581 p.
- Coope, G.R. (2006) Insect faunas associated with palaeolithic industries from five sites of pre-Anglian age in central England. **Quaternary Science Reviews** v 25 p 1738–1754.
- Evans, P.D.; Ruscoe, C.N.E; Treherne, J.E. (1971) Observations on the biology and submergence behavior of some littoral beetles. **Journal of Marine Biology**. V 51, n 375 p 386 – 375.
- Frank, J.H.; Ahn, K.J. (2011) Coastal Staphylinidae (Coleoptera): A worldwide checklist, biogeography and natural history. **ZooKeys**, v 107 p 1–98
- Gandara-Martins, A. L.1; Borzzone, C. A.; Rosa, L. C. & Caron, E. (2010) Ocorrência de três espécies do gênero *Bledius* Leach, 1819 (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae) nas praias arenosas expostas do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v 14 n 2 p 23-30.
- Garcia, C.M.; Niell, F.X. (1991) Burrowing beetles of the genus *Bledius* (Staphylinidae) as agents of bioturbation in the emergent areas and shores of an athalassic inland lake (Fuente de Piedra, southern of Spain). **Hydrobiologia**. v 215 p 163-173.

- Gianuca, N.M. (1987) Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: Síntese dos conhecimentos. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. Cananéia, SP. 1 p 313-332.
- Gianuca, N.M. (1997) Coastal Foredune Fauna, p. 102-104. *In*: Seeliger, U.; C. Odebrecht & J.P. Castello (Eds.). Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic. **Springer-Verlag, Heidelberg**, 308p.
- Gianuca, N.M. (1998) Invertebrados bentônicos da praia *In*: U. Seeliger C. Odebrecht J.P. Castello (Eds.) **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Porto Alegre: Ecoscientia p 114-116
- Griffiths, C.L.; Griffiths, R.J. (1983) Biology and distribution of the littoral rove beetle *Psamathobledius punctatissimus* (Le Conte) (Coleoptera : Staphylinidae). **Hydrobiologia**. v 101 p 203-214.
- Happ, G.M.; Happ, C.M. (1973) Fine structure of the pygidial of *Bledius mandibularis* (Coleoptera: Staphylinidae). **Tissue & Cell**. v 5 n 2 p 215-231.
- Herman, L.H. (1976) Revision of *Bledius* and related genera part II.
- Herman, L.H. (1986) Revision of *Bledius* parte IV. Classification of species, groups, phylogeny, natural history, and catalogue (coleoptera, staphylinidae, oxytelinae). **American Museum of Natural History**. v 184
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Eixo Monumental Sul Via S1 - Sudoeste - Brasília-DF. Dados da Ilha do Mel. Disponível em <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_a\\_uto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_a_uto_graf)> Acessado em 12/12/2012.
- Jaramillo, E. (1994) Patterns of species richness in sandy beaches of South America. **South African Journal of Zoology**. v 29 n 4 p 221-234.
- Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M.; Machado, E.C. (2001) The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá bay, Brazil. **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. v 144 p 132- 145.
- Larsen, E.B. (1936) Biologische Studien über die tunnelgrabenden Käfer auf Skallingen. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i København, v 100 p 1-231, 66 figs., 23 diagr.
- Matsuzawa, H. (1964) A biological note on *Bledius salsus* Miyatake (Coleoptera, Staphylinidae), the species of insect most injurious to the Clay-bed in Sloping Salt-fields. **Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**. v 8 n 3.

- McLachlan, A.; Brown, A. (2006) **The ecology of sandy shores**. Academic Press, San Diego. Coastal Dune Ecosystems and Dune/Beach Interactions cap. 13 (251-271).
- Moore, I. (1978) Microhabitats of seashore *Bledius* (coleoptera: Staphylinidae). **The Coleopterists Bulletin**. V 32 n 1.
- Roig-Juñent, S.; Gianuca, M.N. (2001) Species of Bembidiina (Coleoptera: Carabidae: Bembidiini) from the sandy beaches of Rio Grande Do Sul, Brazil. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**. v 60 n 1 p 249-254.
- Rudd, G. T. (1835) Observations on *Hesperophilus arenarius* and on *Zabrus gibbus*. **Entomology Magazine**. v 2 p 180-182.
- Schreiner, R. (2001) *Ecologia populacional do coleóptero marinho Efflagitatus freudei Pacheco, 1973 (Heteroceridae) na praia de Rondinha, Arroio do Sal, RS, Brasil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 86p.
- Schreiner, R. & Ozorio, C.P. (2003) Dinâmica da fauna de insetos do supralitoral numa praia do Atlântico Sul: Estudo de curta duração. **Biociências**, v 11 p 123–131.
- Soares, C.R.; Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997) Variações morfológicas e sedimentológica ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa do sul do Brasil. **Oecologia brasiliensis**. v 3 p 245-258.
- Souza, J.R.B.; Gianuca, N.M. (1995) Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. **Scientia Marina**, v 59 n 2 p 103-111.
- Souza, J.R.B. (1998) Produção secundária da macrofauna bentônica da praia de Atami – Paraná - Brasil. 129f. Tese (Pós-Graduação em Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Staniec, B. (1999) Comparative Morphology of the Mature Larvae of the *Bledius* Species Inhabiting the Laessic Soils of the Middle-eastern Poland. **Mitt. Mus. Nat. Kd. Berl. Deutsche Entomol. Z.** v 46 n 1 p 43-74.
- Steidle, J.L.M.; Dettner, K.; Hübner, G.; Köpf, A.; Reinhard, J. (1995) The predaceous fly *Lispe candicans* (Diptera: Muscidae) and its chemically protected prey, the rove beetle *Bledius furcatus* (Coleoptera: Staphylinidae). **Entomol Gener.** v 20 n 1 p 011-019.

- Steidle, J.L.M.; Dettner, K. (1996) The Chemistry of the Abdominal Gland Secretion of Six Species of the Rove Beetle Genus *Bledius*. **Biochemical Systematics and Ecology**. v 23 n 7 p 757-765.
- Wheeler, J.W.; Happ, G.M; Araujo,J.; Pasteels, J.M. (1972)  $\gamma$ -dodecalactone from rove beetles. **Tetrahedron Letters**. v 46 p 4635 – 4630.
- Wyatt, T.D (1986) How a subsocial intertidal beetle, *Bledius spectabilis*, prevents flooding and anoxia in its burrow. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v 19 n. 5 p 323-331.
- Wyatt, T.D.; Foster, W.A (1988) Distribution and abundance of the intertidal saltmarsh beetle, *Bledius spectabilis*. **Ecological Entomology**, v 13 p 453-464.
- Wyatt, T.D.; Foster, W.A (1989a) Leaving home: predation and the dispersal of larvae from the maternal burrow of *Bledius spectabilis*, a subsocial intertidal beetle. **Animal Behaviour**. v 38 p 778-785.
- Wyatt, T.D.; Foster, W.A (1989b) Parental care in the subsocial intertidal beetle, *Bledius spectabilis*, in relation to parasitism by the Ichneumonid wasp, *Barycnemis blediator*. **Behaviour**. v 110 p 1-4.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies de Coleoptera do gênero *Bledius* são importantes componentes macrofaunísticos do supra e mesolitoral de praias arenosas do litoral do Paraná. Os dois locais de coleta estudados (setor Assenodi e setor Cem) mostraram diferenças quanto às características abióticas (e.g. perfil topográfico, tamanho médio do grão do sedimento, valores de umidade, temperatura e clorofila no sedimento). Desse modo, conclui-se que os setores são ambientes dinâmicos e diferentes e que cada espécie necessita de diferentes adaptações e/ou estratégias populacionais para poder explorar estes ambientes.

Essas diferenças foram observadas nas três espécies. A espécie *B. fernandezi* foi extremamente específica quanto ao local de distribuição, ocorrendo no limite entre o ambiente terrestre (duna) e o marinho (supralitoral). Já *B. bonariensis* ocorreu durante todo o ano ocupando uma extensa faixa no supralitoral do setor que apresentou maior umidade de sedimento, e ocorreu de forma esporádica no setor com menor umidade, somente no período de elevada pluviosidade. Contudo, foi observada a sobreposição das duas espécies. A espécie *B. hermani* foi a espécie mais associada ao ambiente marinho, ocorrendo em estreitas faixas abaixo da linha detritos.

As abundâncias de *B. bonariensis* foram mais constantes ao longo do ano, já *B. hermani* apresentou abundâncias extraordinariamente altas, contudo extremamente oscilantes ao longo do tempo, praticamente desaparecendo durante o inverno.

Diferenças quanto a adaptações ao meio foram observadas, *B. hermani* demonstrou uma possível segregação entre adultos e larvas, o que não foi observado para *B. bonariensis*.

A baixa ocorrência de variações bruscas nas abundâncias de adultos e a ocorrência de larvas ao longo de maiores períodos de tempo indicam que *B. bonariensis* tem um ciclo de vida mais longo, com, possivelmente, maior número de estádios larvais. Sugere-se que essa espécie exiba uma estratégia demográfica de tipo-*k*, explorando um recurso alimentar que ocorre de forma mais regular. Entretanto, as abundâncias de *B. hermani* caracterizadas por altos valores seguidos de quedas acentuadas, além do seu menor tamanho, indicam a existência de um ciclo de vida mais curto, com menor número de estágios larvais. Sugere-se que esta espécie possa

apresentar uma estratégia demográfica de tipo r, explorando um recurso alimentar que ocorra de forma esporádica e irregular.

As espécies *B. bonariensis* e *B. hermani* apresentam diferenças não somente morfológicas e demográficas, mas também comportamentais, o que demonstra que ambas tem adaptações diferentes ao ambiente em que ocorrem. Um maior conhecimento dos hábitos alimentares, assim como da tolerância à salinidade e coletas com profundidades maiores a 5 cm, seria necessário para definir melhor o nicho ecológico destas duas espécies e confirmar a estratégias de vida sugeridas pelos resultados do presente trabalho.