

Distribuição espacial e temporal de espécies de *Bledius* (Coleoptera, Staphylinidae) em praias arenosas no sul do Brasil

Angélica X. M. R. Vianna¹ & Carlos A. Borzone²

1. Curitiba, PR, Brasil. (angelmvianna@gmail.com)

2. Laboratório de Ecologia de Praias Arenosas, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Beira Mar, s/n, 83255-000 Pontal do Paraná, PR, Brasil. (capborza@ufpr.br)

ABSTRACT. Spatial and temporal distribution of *Bledius* species (Coleoptera, Staphylinidae) in sandy beaches of southern Brazil. Staphylinidae beetles are common in coastal areas flooded by tides, such as sandy beaches, mangroves, salt marshes, estuaries. The aim of this work was to investigate the spatial distribution and temporal variation in abundance throughout the year of the species sampled along two sandy beaches (Assenodi and Cem) in Pontal do Paraná, Brazil. Weekly samples with a 15 cm diameter PVC corer (0.017 m²) buried 5 cm in sediment depth were done from January to December 2012. Assenodi beach showed sediments with high humidity values at supralittoral and backshore. In this beach, *Bledius bonariensis* was the dominant species, and together with *B. fernandezii* occurred in the upper beach portion during the whole year. Cem beach showed sediment with high humidity values only at midlittoral and related to the rise and fall of the tide. Here, *B. hermani* was the dominant species, with *B. bonariensis* occurring sporadically in some autumn and winter months and related to an increase in precipitation. *B. hermani* presented a great variation in abundances, with highest values associated with high summer temperatures. *Bledius* species showed a clear spatial separation related to different environmental requirements that enable their co-occurrence within the same beach, due to environmental variations during the year.

KEYWORDS. Oxytelinae, mesolittoral, supralittoral, abiotic parameters, zonation.

RESUMO. Besouros da família Staphylinidae são comuns em zonas costeiras inundáveis pelas marés, como praias arenosas, manguezais, estuários e marismas. O objetivo desse trabalho foi estudar a distribuição espacial e a variação temporal da abundância ao longo de um ano, das espécies ocorrentes em duas praias arenosas (Assenodi e Cem) no Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. Coletas semanais com um cilindro de PVC com 15 cm de diâmetro (0,017 m²) enterrado a 5 cm de profundidade, foram realizadas de janeiro a dezembro de 2012. A praia Assenodi apresentou altos valores de umidade de sedimento no supralitoral e pós-praia. Nesta praia, *Bledius bonariensis* foi dominante, mas também houve registro de *B. fernandezii*, ambas distribuídas nas porções superiores do perfil praial e ocorreram ao longo de todo o ano. A praia Cem apresentou valores altos de umidade do sedimento apenas no mesolitoral, em decorrência da subida e descida da maré, neste estrato *B. hermani*, foi a espécie dominante. *Bledius bonariensis* teve ocorrência ocasional em alguns meses do outono e inverno, associada a um aumento nas precipitações. A variação na abundância de *B. hermani* foi grande, sendo os maiores valores associados às altas temperaturas do verão. As espécies de *Bledius* mostraram uma clara separação espacial relacionada a distintos requerimentos ambientais, o que possibilita a coocorrência das três espécies na mesma praia em função de variações ambientais ao longo do ano.

PALAVRAS-CHAVES. Oxytelinae, mesolitoral, supralitoral, parâmetros abióticos, zonação.

Insetos da família Staphylinidae (Coleoptera) são comuns em zonas costeiras inundáveis pelas marés, como praias arenosas, manguezais, restingas, estuários e marismas. Aproximadamente 392 espécies de 91 gêneros de Staphylinidae ocorrem em habitats costeiros (WYATT & FOSTER, 1988; FRANK & AHN, 2011). O gênero *Bledius* Leach, 1819 é formado por mais de 450 espécies distribuídas em 34 grupos (HERMAN, 1986; FRANK & AHN, 2011), sendo que algumas habitam praias arenosas (FRANK & AHN, 2011). As espécies ocorrem com maior frequência em locais com pouca ou nenhuma vegetação, com areia úmida, próximos a corpos d'água. Segundo HERMAN (1986), os indivíduos selecionariam seu habitat, inicialmente, em função da salinidade, umidade e textura do sedimento, e em escalas menores, pelo tamanho do grão do sedimento e da disponibilidade de alimento. A pressão de predadores e a competição entre espécies do mesmo gênero podem influenciar os limites de sua distribuição espacial (HERMAN, 1986). Estes coleópteros constroem tocas superficiais (de 5 a 200 mm de profundidade) que podem ser reconhecidas através de pilhas hemisféricas ou traços sinuosos de areia seca aglutinadas na entrada. Locais com densa população

podem apresentar numerosos rastros, deixando a superfície do sedimento mole e pulverulenta (HERMAN, 1972, 1986; SOUZA & GIANUCA, 1995; CARON & RIBEIRO-COSTA, 2007).

HERMAN (2001) listou dez espécies de *Bledius* para o Brasil, sendo apenas uma delas para a Região Sul (Rio Grande do Sul), *Bledius bonariensis* Bernhauer, 1912. Recentemente, outras duas espécies, *Bledius hermani* Caron & Ribeiro-Costa, 2007 e *B. fernandezii* Bernhauer, 1939, têm sido reportadas para a Região Sul (BORZONE *et al.*, 1996; BORZONE & SOUZA, 1997; CARON & RIBEIRO-COSTA, 2007; GANDARA-MARTINS *et al.*, 2010). Estas três espécies foram encontradas em locais próximos à zona supralitoral de praias arenosas expostas (SOUZA & GIANUCA, 1995; BORZONE *et al.*, 1996; BORZONE & SOUZA, 1997; GANDARA-MARTINS *et al.*, 2010). GIANUCA (1987) reportou *B. bonariensis* e suas larvas no supralitoral da praia do Cassino, no Rio Grande do Sul. BORZONE *et al.* (1996) encontraram *B. bonariensis* e *B. microcephalus* (= *B. hermani*) em praias do litoral paranaense (Ilha do Mel e praias centrais). *Bledius bonariensis* também foi encontrada no supralitoral das praias Prainha e Rondinha por VELOSO *et al.* (1997) e SCHREINER & OZORIO (2003),

no Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, respectivamente. A ocorrência simpátrica das três espécies supracitadas de *Bledius* foi descrita apenas nos estudos de GIANUCA (1997) e GANDARA-MARTINS *et al.* (2010), na Praia Grande – Ilha do Mel, litoral do Paraná.

A distribuição espacial da macrofauna ao longo de um perfil praiar pode seguir um padrão característico que é denominado zonação (JARAMILLO, 1987; BORZONE & GIANUCA, 1990) sendo que o limite de ocorrência de uma espécie em um determinado estrato praiar determina a sua zonação. VELOSO *et al.* (2003) sugeriram que para definir a zonação de uma espécie é necessário considerar os parâmetros abióticos do local e a interação deles com as características da espécie em questão. A interação interespecífica pode também limitar a distribuição das espécies devido à competição por recursos.

A biologia e ecologia das espécies de *Bledius* são pouco conhecidas nas praias do litoral brasileiro, assim como a existência de um padrão simpátrico ou excludente na distribuição espacial de suas espécies ao longo do perfil praiar. O objetivo deste estudo foi verificar a influência abiótica (características ambientais e climáticas) na distribuição espacial de três espécies de *Bledius* ocorrentes em duas praias arenosas no litoral do Paraná, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O litoral do estado do Paraná inclui diferentes tipos de ambientes costeiros tais como praias arenosas oceânicas e estuarinas (ANGULO & ARAÚJO, 1996). O presente estudo foi realizado em duas praias ao sul da desembocadura da baía de Paranaguá, no balneário de Pontal do Sul, município de Pontal do Paraná (Fig. 1). Ao norte do arco praiar foram selecionadas duas praias, uma mais externa, com maior ação de ondas e menor influência do estuário, denominada Assenodi (25°35'24"S; 48°22'04"W), e outra mais interna, protegida da ação das ondas oceânicas e com maior influência do estuário, denominada Cem (25°34'20"S; 48°20'53"W).

Em Assenodi o aporte de detrito e a influência da maré são menores, a praia apresenta morfodinamismo intermediário a dissipativo, com formação de barras paralelas emersas durante a primavera e o verão e períodos destrutivos sem barras no outono e no inverno (SOARES *et al.*, 1997). Nas proximidades deste local existem pequenos sangradouros que escoam a água acumulada das chuvas na restinga. Na praia Cem existe um maior aporte de detrito e uma maior influência da maré. As ondas atuam principalmente durante a maré alta, quando os efeitos dissipativos das barras submersas são atenuados. Durante a maré baixa a ação das ondas é mínima, o que determina um morfodinamismo de praia protegida influenciada por maré (BORZONE *et al.*, 2003; ROSA & BORZONE, 2008).

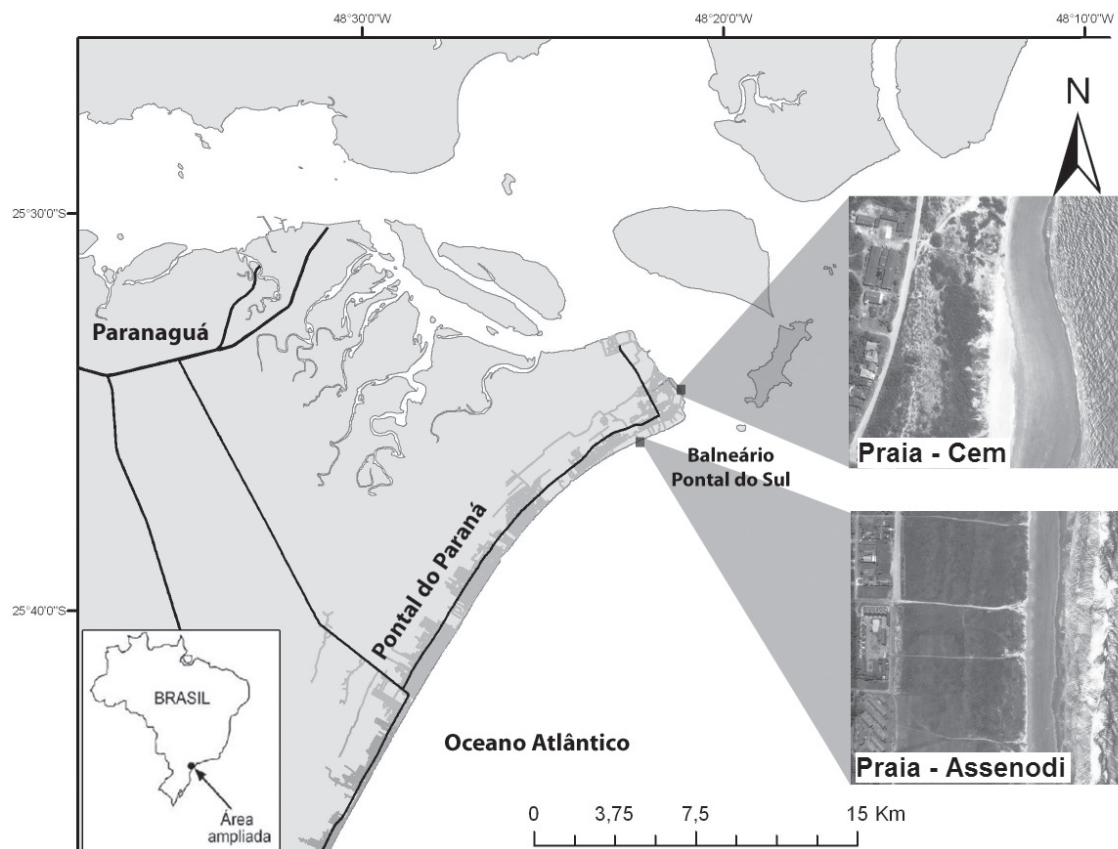


Fig. 1. Mapa da região central do litoral paranaense, Brasil. Em destaque o balneário de Pontal do Sul e as praias que foram amostradas (Assenodi e Cem).

Neste local não há presença de sangradouros e existe pouco ou nenhum acúmulo de água na restinga. É notória também uma persistente formação de sistemas de dunas, provavelmente por uma maior exposição aos ventos dominantes do quadrante nordeste durante o período estival (Fig. 1).

Coleta e processamento de dados. Para estudar a distribuição espacial das espécies, foi delimitada uma faixa de praia com 45 m de largura em cada local, sendo dividida em oito estratos proporcionais ao perfil topográfico. O quarto estrato incluiu a linha de detritos em ambas as praias. Em cada estrato foram retiradas nove amostras aleatórias com um cilindro de PVC com 15 cm de diâmetro (0,017 m²) 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 cilindro. De cada estrato foram retiradas amostras de sedimento, com um core de PVC de 4 cm de diâmetro, enterrado a 10 cm de profundidade, para obtenção dos dados de matéria orgânica, carbonato de cálcio, umidade e granulometria, além de uma amostra superficial para análise da clorofila. A temperatura do sedimento em cada estrato foi medida com termômetro de mercúrio. As amostragens para a caracterização das praias e o estudo da distribuição espacial foram realizadas apenas no início do mês de abril de 2012, durante a maré baixa de sizígia.

As amostras biológicas foram peneiradas em uma malha de 0,35 mm, e as espécies identificadas e contadas sob microscópio estereoscópico. Para análise da concentração de clorofila α foi utilizada o método colorimétrico de STRICKLAND & PARSONS (1972) e as equações de LORENZEN (1967). Quanto a análise de quantificação de carbonato de cálcio e teores de matéria orgânica, as amostras de carbonato foram submetidas a ataque químico pela adição de ácido clorídrico (HCl) com concentração de 10%. Enquanto, à matéria orgânica, foi adicionado peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 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, a qual utiliza formulações de FOLK & WARD (1957).

Com o objetivo de estudar a variação temporal na abundância, foram realizadas coletas semanais durante cinquenta semanas nas duas praias, entre a primeira semana de janeiro e a segunda semana de dezembro de 2012. Em cada coleta foram obtidas 30 amostras biológicas distribuídas aleatoriamente dentro das manchas de rastros característicos dos estafilínídeos, utilizando o mesmo método supramencionado. Nestas coletas semanais não foi possível a realização de perfil topográfico e definição de estratos, mas foi obtida uma medida da extensão total da mancha e a sua posição espacial em relação à linha de deixa ou linha de detritos, além da umidade e temperatura do sedimento na região central da mancha.

Dados meteorológicos de temperatura do ar e pluviosidade foram obtidos com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação Ilha do Mel. Posteriormente, as amostras biológicas foram peneiradas em uma malha de 0,35 mm, identificadas quanto ao estágio de vida (larva e adulto) e espécie (apenas os adultos), sob microscópio estereoscópico. Todos os espécimes coletados foram armazenados em álcool 70% no Laboratório de Praias Arenosas, Centro de Estudos do Mar, Paraná, Brasil. Foi utilizada a média aritmética como valor de abundância das espécies.

Em ambos estudos, a presença das espécies foi relacionada com as características físicas de cada praia através da análise de redundância (RDA). A RDA é um método que combina regressão e análise de componentes principais (PCA) para a análise conjunta de variáveis bióticas e abióticas (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998; LEPS & SMILAUER, 2003). Difere da análise de correspondência canônica (CCA) por apresentar uma resposta linear das espécies ao gradiente ambiental.

Esta análise foi feita no software R 3.0.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013), sendo as variáveis abióticas padronizadas e as variáveis bióticas (abundância das espécies de *Bledius*) transformadas em $\log(x+1)$.

RESULTADOS

Distribuição espacial. No dia da coleta de distribuição espacial, a praia Assenodi apresentou uma declividade suave e presença de berma no supralitoral, enquanto que a praia Cem mostrou um perfil topográfico com declividade mais acentuada na face praial (Fig. 2). Em ambas as praias, o sedimento foi composto principalmente por areia fina a muito fina. A temperatura do sedimento não apresentou grandes variações entre as praias, nem entre os estratos (Tab. I). Já, a umidade do sedimento foi maior em Assenodi (até 19,2 %), enquanto a praia Cem apresentou baixa umidade nos estratos superiores da praia (até 3,6%) e umidades acima de 9% a partir do estrato 4. Valores de clorofila no sedimento foram maiores em Assenodi, sendo quase nulos no supralitoral da praia Cem (Tab. I).

As três espécies de *Bledius* registradas para o litoral sul do Brasil ocorreram nas praias estudadas, contudo apresentaram distribuição espacial distinta (Fig. 3). Duas espécies ocorreram em Assenodi, *Bledius fernandezi* restrita aos dois estratos superiores desta praia (0 e 1) e *B. bonariensis* com ampla distribuição nos estratos até a linha de detritos (do 0 ao 4), isto é, desde o supralitoral até o mesolitoral superior. As larvas, que não foram diferenciadas por espécie, acompanharam a distribuição dos adultos (Fig. 3a). Na praia Cem foi registrada a presença de *B. hermani* desde os estratos superiores até o mesolitoral superior (1 ao 5), com maior concentração no estrato referente à linha de detritos (4). Também foi registrada *B. bonariensis*, ocorrendo apenas no estrato 3, em baixa abundância. As larvas nesta praia também acompanharam a distribuição dos adultos e ocorreram principalmente no estrato 4 (Fig. 3b).

As RDAs evidenciaram a segregação espacial

das espécies relacionadas às diferentes características ambientais das praias amostradas (Fig. 4). *Bledius fernandesi* foi registrada na parte superior da praia associada aos sedimentos formados por areias finas. *Bledius bonariensis* ocorreu relacionada a locais com alto conteúdo de clorofila α . Na praia Cem, a presença de *B. hermani* nos estratos intermediários foi associada a maiores valores de clorofila α e sedimentos mais finos (maiores valores de média). *Bledius bonariensis* mostrou pouca associação com as características físicas desta praia.

Varição da abundância ao longo do ano. O local de ocorrência de *Bledius* em cada praia foi identificado ao longo do ano através dos rastros de atividade das espécies. As espécies apresentaram uma maior amplitude de rastros na praia Assenodi (média de 36 m) do que na praia Cem (média de 12,4 m) ($t=6,35$, $p<0,001$) (Fig. 5). No caso de Assenodi, 67,5% da extensão total da mancha ocorreu entre a duna e a linha de detrito (supralitoral), enquanto na praia Cem, 76 % da extensão total da mancha ocorreu entre a linha de detrito e a linha d'água (mesolitoral).

Durante o período de estudo, as menores precipitações acumuladas na semana (42 e 60 mm) foram no final do inverno, e as mais elevadas (265 e 271 mm) em fevereiro e junho, respectivamente (Fig. 6). A variação da temperatura do ar apresentou um claro padrão verão-inverno; o verão teve flutuações de 19,2 a 25,2°C e no inverno variações de 11,2 a 17,4°C (Fig. 6). A temperatura do sedimento seguiu claramente o padrão apresentado pela temperatura do ar, com valores geralmente mais elevados no verão (Fig. 6). A umidade do sedimento revelou as maiores desigualdades entre as praias; e dentro de cada praia, entre semanas de coleta (Fig. 6). A praia Assenodi mostrou média anual de 13% de umidade, variando entre 4,41% e 19,1%. A praia Cem teve média anual de 9% de umidade, com variação entre 2,7% e 16,9% (Fig. 6).

Na praia Assenodi, a maior abundância de adultos de *B. bonariensis* ocorreu no começo do ano (média de 30 indivíduos por 0,017 m² na terceira semana de fevereiro) (Fig. 7). A abundância diminuiu no decorrer das coletas atingindo um mínimo nas primeiras semanas de agosto. No

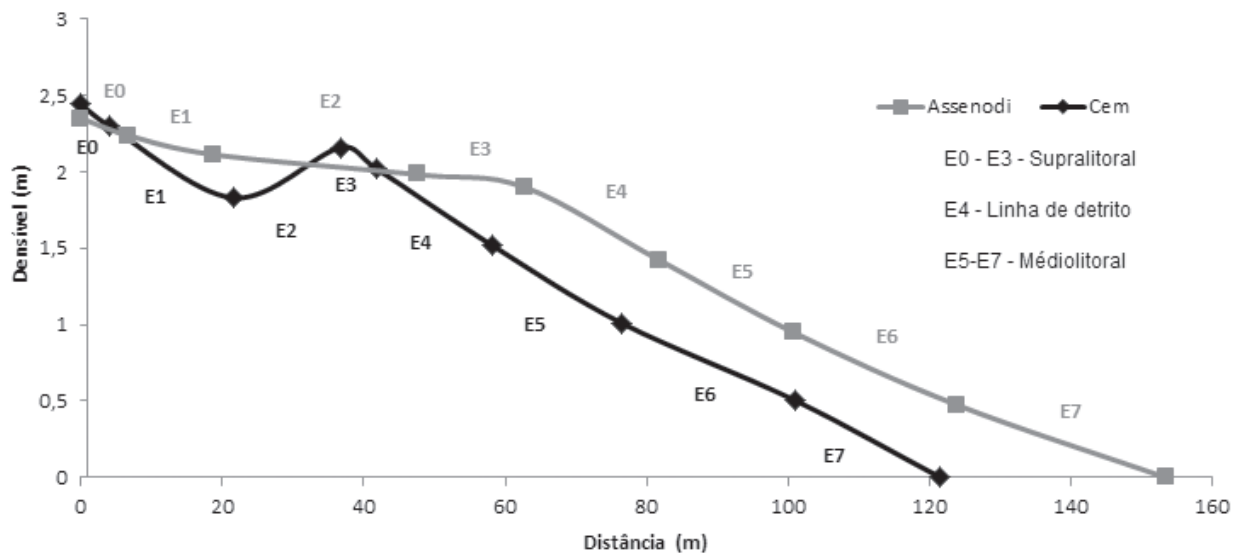


Fig. 2. Perfil topográfico das praias estudadas, indicando a posição dos estratos, Pontal do Paraná, PR, Brasil.

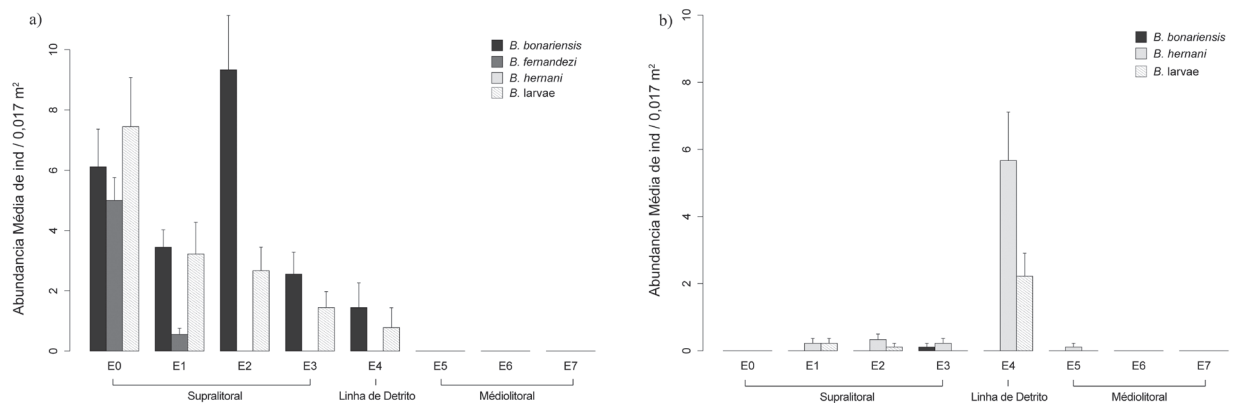


Fig. 3. Distribuição das espécies de *Bledius* (valores médios de indivíduos em 0,017 m², n = 9) por estrato nas praias Assenodi (a) e Cem (b), Pontal do Paraná, PR, Brasil.

Tab. 1. Características abióticas analisadas nos sedimentos dos oito estratos e as densidades das espécies de *Bledius* amostradas em praias de Pontal do Paraná, Brasil (Asse, Assenodi; Cem, Cem; CaCO₃, Carbonato de cálcio; Temp, temperatura do sedimento).

Setor	Estrato	CaCO ₃ (%)	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 (%)	<i>Bledius bonariensis</i>	<i>Bledius fernandesi</i>	<i>Bledius hermani</i>	Larvas
Asse	0	4,92	0,30	15396,59	11,82	27,90	2,79	0,37	0,04	1,25	0,00	0,78	76,70	22,52	6,875	5,625	0	8,375
Asse	1	1,06	0,73	24601,41	14,86	27,90	2,79	0,40	0,03	1,20	0,00	1,03	73,75	25,21	3,875	0,625	0	3,625
Asse	2	2,04	0,47	28596,02	11,74	28,50	2,81	0,39	0,04	1,16	0,00	0,90	72,82	26,27	10,5	0	0	3
Asse	3	1,42	0,23	3070,10	15,00	29,50	2,74	0,39	0,00	1,22	0,00	1,13	77,71	21,16	2,875	0	0	1,625
Asse	4	2,21	1,89	14205,18	18,27	29,70	2,86	0,39	0,07	1,06	0,00	0,79	68,87	30,34	1,625	0	0	0,875
Asse	5	2,35	0,53	17168,28	18,13	30,10	2,84	0,39	0,06	1,10	0,00	0,85	70,72	28,42	0	0	0	0
Asse	6	2,26	0,23	20690,17	18,95	28,80	2,80	0,40	0,04	1,19	0,00	0,91	73,48	25,60	0	0	0	0
Asse	7	1,44	0,82	5101,55	19,15	29,70	2,80	0,40	0,03	1,16	0,00	1,02	73,03	25,95	0	0	0	0
Cem	0	2,49	0,32	592,76	2,25	29,00	2,73	0,38	-0,01	1,24	0,00	1,03	79,17	19,80	0	0	0	0
Cem	1	2,75	0,03	807,11	3,59	28,80	2,69	0,40	-0,04	1,16	0,00	2,22	79,03	18,75	0	0	0,25	0,25
Cem	2	2,50	0,70	161,10	2,08	30,30	2,59	0,40	-0,05	0,96	0,13	4,85	82,22	12,80	0	0	0,375	0,125
Cem	3	2,55	0,35	107,67	2,35	29,50	2,58	0,41	-0,06	0,97	0,25	5,41	82,39	11,95	0,125	0	0,25	0
Cem	4	2,11	0,35	4157,58	9,46	29,70	2,70	0,37	-0,05	1,25	0,00	1,01	81,82	17,17	0	0	6,375	2,5
Cem	5	3,53	0,15	6077,23	15,50	28,40	2,59	0,43	-0,08	1,01	0,46	5,91	79,45	14,18	0	0	0,125	0
Cem	6	6,28	1,04	3130,14	17,40	27,90	2,56	0,43	-0,06	0,99	0,43	6,54	81,14	11,89	0	0	0	0
Cem	7	1,52	0,60	2828,70	18,02	27,70	2,51	0,44	-0,01	1,00	0,58	8,92	80,55	9,95	0	0	0	0

final de agosto e início de setembro houve novo aumento, seguido por outra diminuição nas últimas semanas de novembro e dezembro (Fig. 7). Nas duas últimas semanas de dezembro ocorreu o registro, em baixas densidades

(média de 0,03 indivíduos por 0,017 m², na primeira semana e média de 0,36 indivíduos por 0,017 m² na segunda semana) de *B. hermani* nesta praia (Fig. 7). Adultos de *B. fernandezi* foram observados ao longo de todo o ano (Fig.

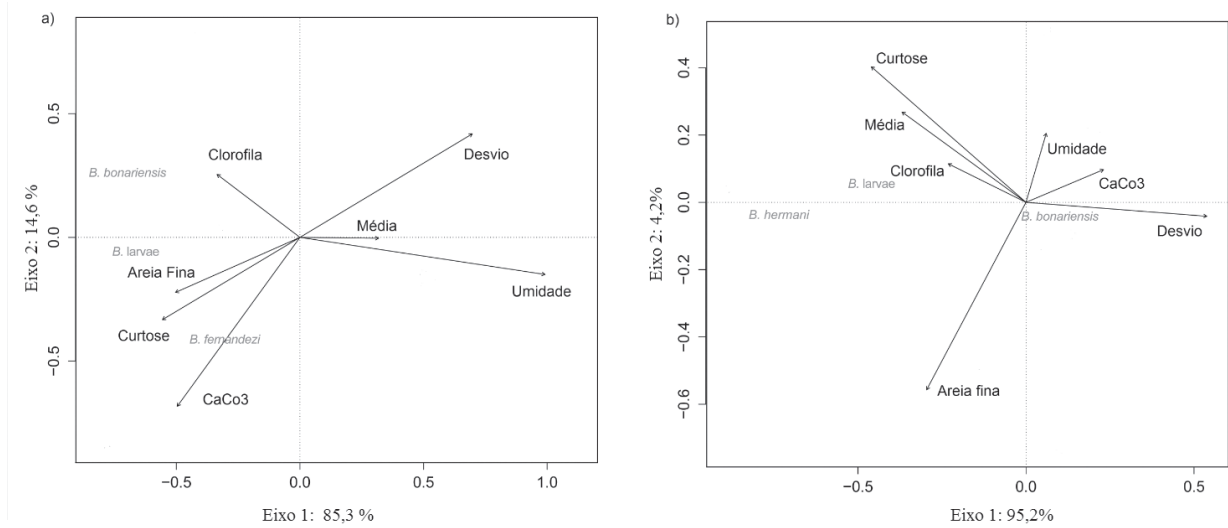


Fig. 4. Análise de redundância (RDA) entre a distribuição das espécies de *Bledius* e as características ambientais das praias Assenodi (a) e Cem (b), Pontal do Paraná, PR, Brasil (Clorofila, clorofila α ; Desvio, desvio padrão do sedimento; Média, média do tamanho do sedimento; Areia Fina, quantidade de areia fina; Umidade, umidade do sedimento; CaCo₃, Carbonatos de cálcio).

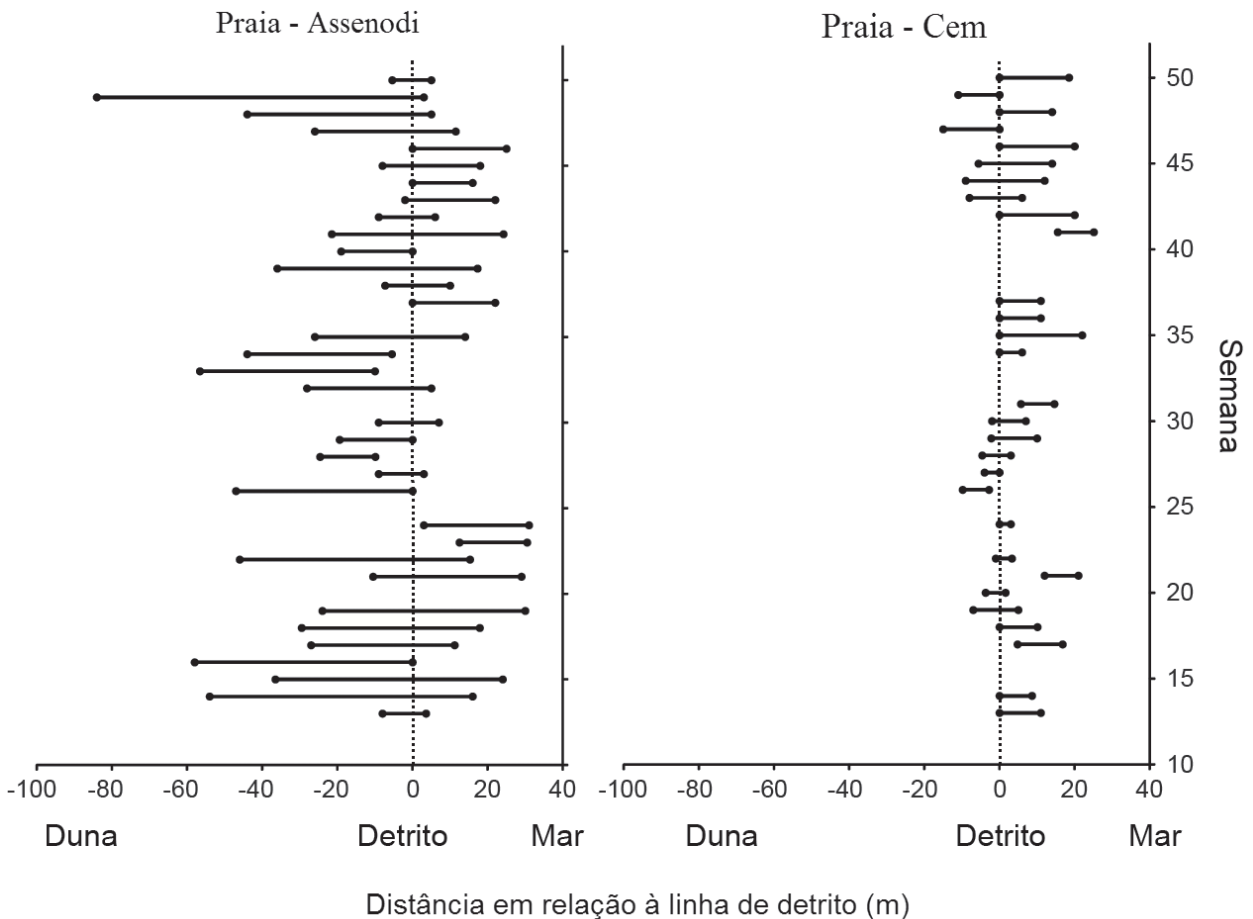


Fig. 5. Distribuição dos rastros visíveis e a distância (em metros) em relação à linha de detrito ao longo de algumas coletas.

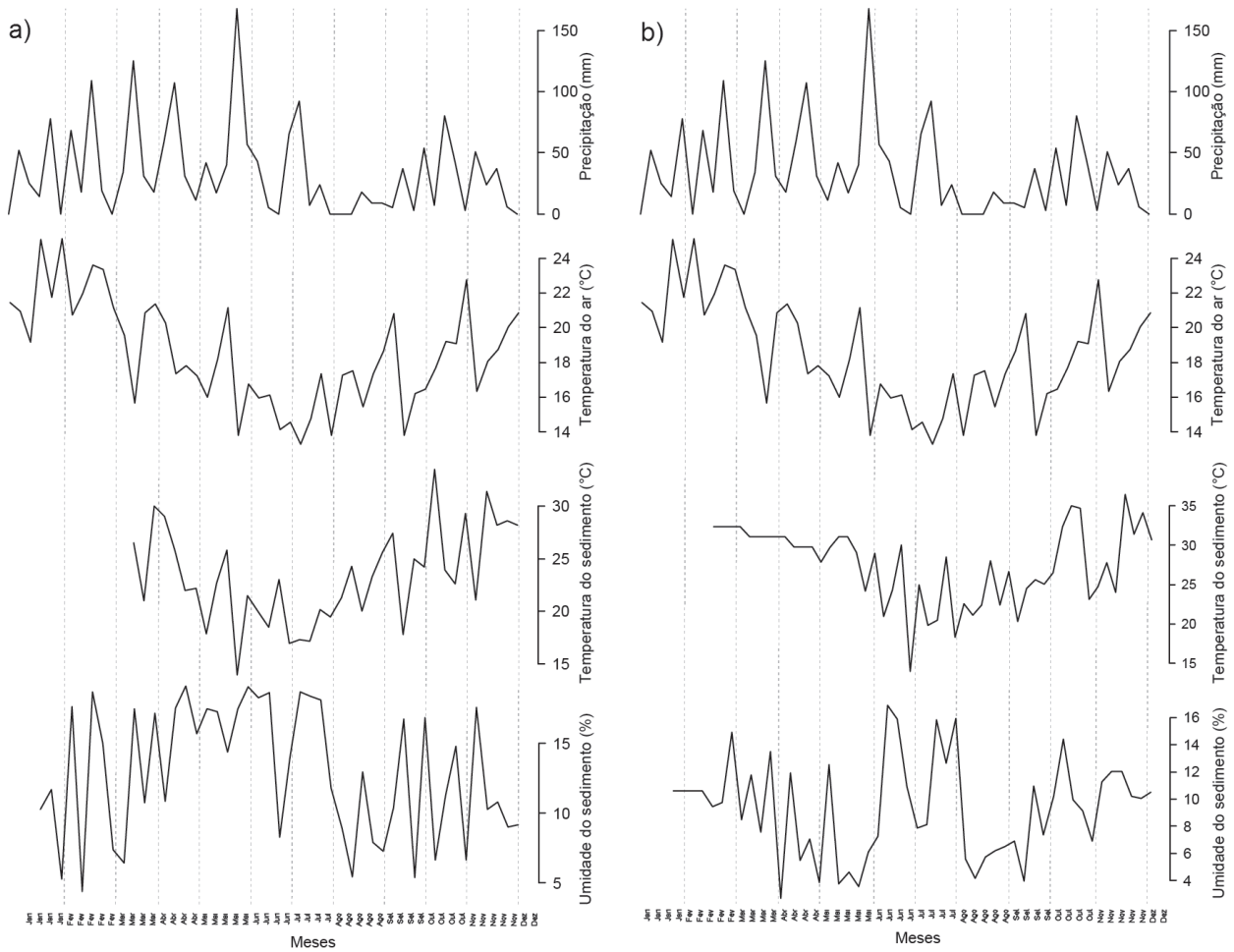


Fig. 6. Distribuição das variáveis ambientais ao longo do período de coleta em Pontal do Paraná, PR, Brasil. Precipitação (acumulada da semana) e temperatura do ar (horário da coleta) foram obtidas na estação INMET (Ilha do Mel); temperatura e umidade do sedimento foram mensuradas no dia da coleta (a, praia Assenodi; b, praia Cem).

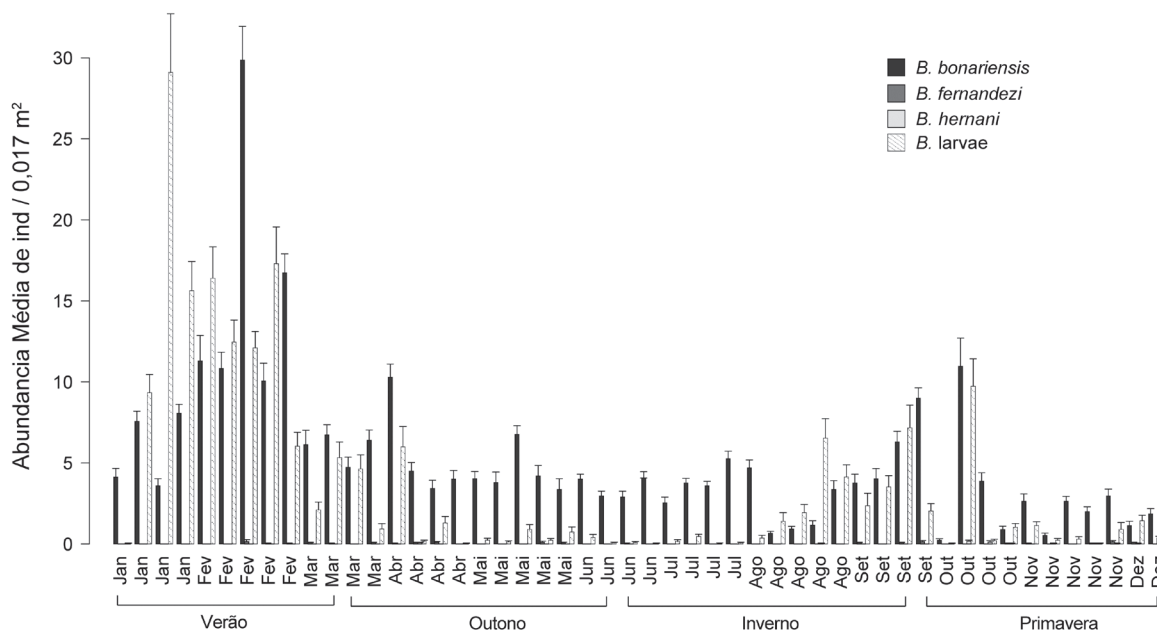


Fig. 7. Abundância média das espécies de *Bledius* por 0,017 m² (média \pm desvio padrão; n=30) na praia Assenodi, Pontal do Paraná, Brasil ao longo das 50 semanas de coletas.

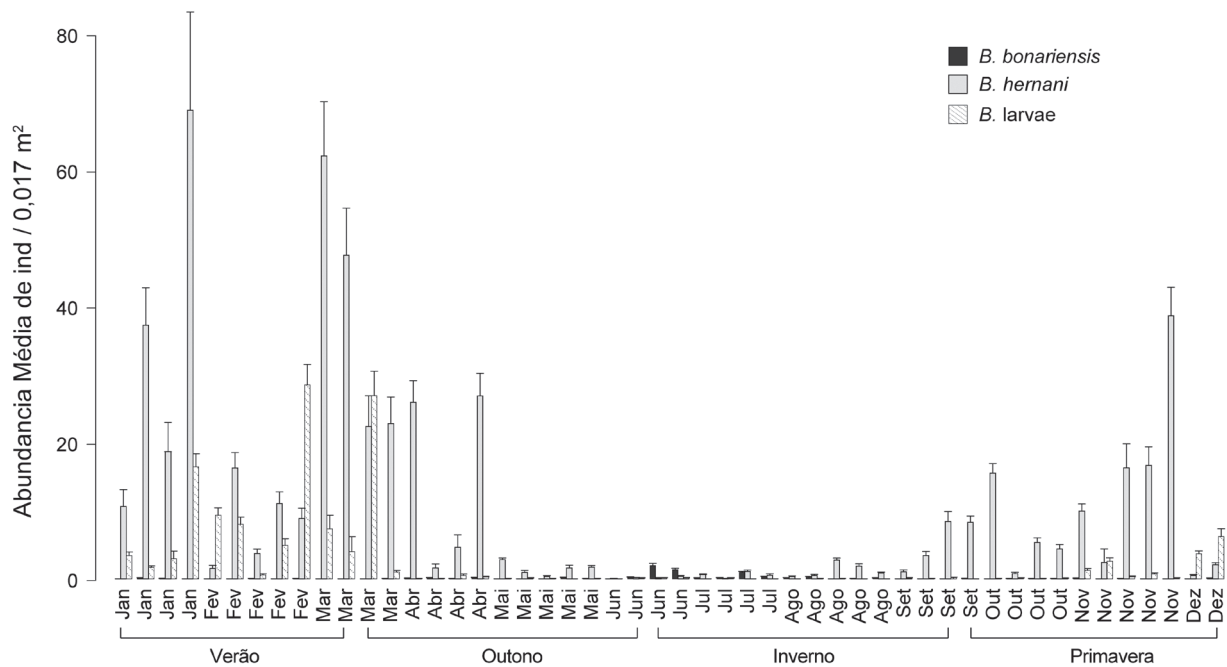


Fig. 8. Abundância média das espécies de *Bledius* por 0,017 m² (média ± desvio padrão; n=30) na praia Cem, Pontal do Paraná, Brasil ao longo das 50 semanas de coletas.

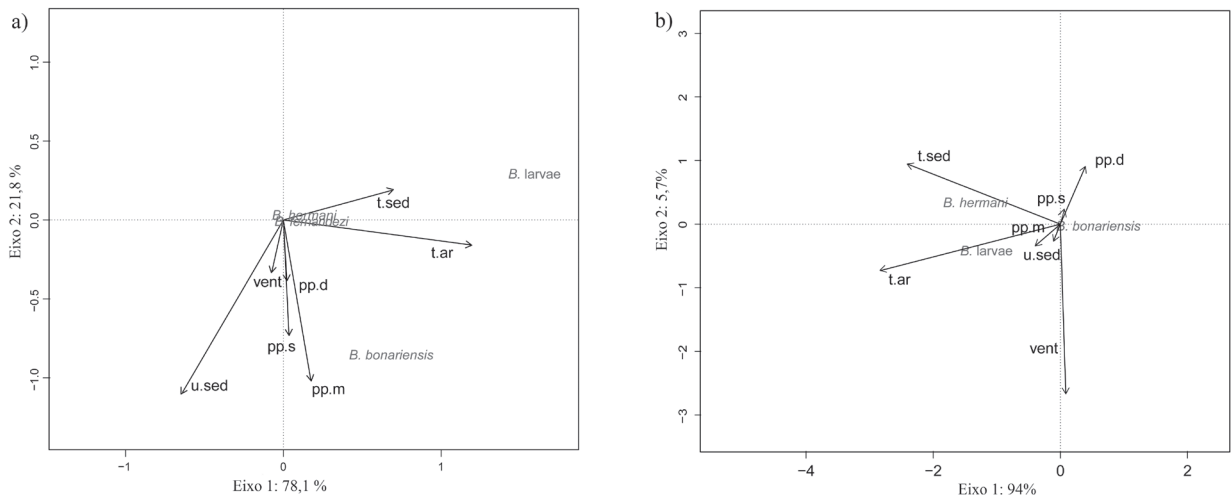


Fig. 9. Análise de redundância (RDA) entre a distribuição temporal das espécies de *Bledius* e as características climáticas das praias Assenodi (a) e Cem (b) ao longo de um ano, Pontal do Paraná, PR, Brasil. (t.ar, temperatura do ar; t.sed, temperatura do sedimento; u.sed, umidade do sedimento; pp.d, precipitação do dia; pp.s, precipitação da semana; pp.m, precipitação do mês; vent, vento).

7). Contudo, as densidades médias não foram superiores a 1,16 indivíduos por 0,017 m². As larvas apresentaram abundância similar a dos adultos de *B. bonariensis* no início do ano, sendo que praticamente desapareceram nos meses de abril a julho, e voltaram a mostrar abundância similar em agosto, setembro e outubro (Fig. 7).

Na praia Cem, a maior abundância de adultos de *B. hermani* (média de 68,8 indivíduos por 0,017 m²) foi registrada nos primeiros meses do ano, acompanhada por elevado número de larvas (Fig. 8). Houve praticamente o desaparecimento de adultos nos meses de maio a agosto.

A partir da segunda semana de setembro verificou-se um ciclo de três semanas com elevadas abundâncias seguidas novamente de uma queda brusca. 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. 8). Indivíduos adultos de *B. bonariensis* foram registrados nesta praia durante o outono-inverno, sendo a maior abundância demonstrada na terceira semana de junho (média de 1,97 indivíduos por 0,017 m²). Não foi registrada *B. fernandesi* nesta praia (Fig. 8).

Os resultados das RDAs mostraram que na praia

Assenodi a abundância de adultos de *B. bonariensis* esteve associada a altos valores de precipitação, tanto daquela acumulada da semana anterior ao dia da coleta como da precipitação registrada no próprio dia (Fig. 9a). Consequentemente, valores elevados de umidade do sedimento também tiveram correlações altas com a abundância de adultos desta espécie. A abundância de larvas esteve associada a altas temperaturas, tanto do ar como do sedimento. As outras espécies não apresentaram nenhuma associação clara com as variáveis climáticas analisadas. Na praia Cem (Fig. 9b), a temperatura do ar e do sedimento esteve associada com a abundância de adultos de *B. hermani* e de larvas.

DISCUSSÃO

Os resultados indicam que as três espécies de *Bledius* descritas para o litoral sul do Brasil possuem preferências e limitações ambientais diferentes. Embora possam ser coocorrentes do mesmo ambiente praias, a distribuição ao longo do perfil mostrou não ser a mesma para espécies simpátricas. As praias estudadas possuem características morfológicas bem diferentes, principalmente como resposta a influência do estuário da baía de Paranaguá (ANGULO & ARAÚJO, 1996; ROSA & BORZONE, 2008). A menor influência da maré e do estuário e a maior ação de ondas na praia Assenodi (SOARES *et al.*, 1997) resultaram em um perfil praias mais extenso, onde a presença de sangradouros nas proximidades possivelmente ocasionou valores elevados de umidade e clorofila, principalmente no supralitoral. Na praia Cem, a ausência de depressões alagáveis entre os cordões dunares ou sangradouros no pós-praia, assim como a maior influência do estuário e da maré (BORZONE *et al.*, 2003), fizeram com que as maiores umidades e valores de clorofila estivessem próximos à linha de detritos, no mesolitoral superior e médio. Como consequência destas diferenças, *B. bonariensis* foi dominante em Assenodi e *B. hermani* na praia Cem.

HERMAN (1986) afirmou que espécies de *Bledius* tolerantes à salinidade apresentam alta correlação com a umidade do solo, salinidade e textura. O tamanho do grão da areia e a disponibilidade de alimento têm uma menor influência na escolha de seu hábitat. GRIFFITH & GRIFFITH (1983) salientaram que *Psamathobledius punctatissimus* LeConte, 1877 tem sua distribuição limitada pela textura do sedimento, concentração de diatomáceas (clorofila), mobilidade do sedimento e exposição dos locais de ocorrência.

Embora não tenha sido medida a salinidade no sedimento, há indícios que *B. hermani* seria, das três espécies, a mais tolerante à salinidade, visto que ocorre em locais que foram recentemente inundados pela maré. Em contrapartida, *B. bonariensis* e *B. fernandezii* possuíam baixa tolerância à salinidade, ocorrendo sempre nos estratos superiores da praia. Estes estratos, na praia Assenodi, apresentaram maiores valores de umidade e de clorofila no sedimento, e foi nesta praia onde estas espécies foram

mais abundantes. Embora o estudo de distribuição tenha sido realizado numa única coleta (*snapshot*), a distribuição da mancha de rastros ao longo de um ano confirma esta separação de hábitats.

A presença de *B. bonariensis* no supralitoral foi registrada em estudos de SOUZA & GIANUCA (1995), BORZONE *et al.* (1996), BORZONE & SOUZA (1997), SCHREINER & OZORIO (2003) e VIEIRA *et al.* (2012), e sempre esteve relacionada a praias de perfil suave, com areia fina e muito fina (BORZONE *et al.*, 1996; BORZONE & SOUZA, 1997; VIEIRA *et al.*, 2012). Estas características do ambiente praias geralmente estão associadas a estádios morfodinâmicos dissipativos.

Bledius hermani também foi registrada no supralitoral e no mesolitoral, com maior abundância nas proximidades da linha de detrito (BORZONE *et al.*, 1996). 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 espécies (COLOMBINI *et al.*, 2000; DUGAN *et al.*, 2003). Entretanto, no caso de *B. hermani*, a linha de detritos não demonstrou ser um fator determinante para sua ocorrência. Segundo GANDARA-MARTINS *et al.* (2010), esta espécie apresenta maior plasticidade em relação ao tamanho do grão do sedimento e não ocorre em locais onde o lençol freático é mais superficial, mostrando sua maior tolerância e/ou preferência por locais com maior salinidade.

As coletas semanais ao longo de um ano mostraram o caráter dinâmico das populações de estaflinídeos nas praias do litoral do Paraná. Os parâmetros climáticos mensurados exibiram uma grande variação ao longo do ano, sendo que apenas as temperaturas do ar e do sedimento seguiram claramente um ciclo sazonal.

A população adulta de *B. bonariensis* na praia Assenodi mostrou abundâncias mais regulares ao longo do ano. Contudo, houve um ciclo anual com maiores abundâncias no período de verão. As larvas observadas nessa praia apresentaram dois períodos de maior abundância, no verão e na primavera, o que sugere que essas sejam as ocasiões de acasalamento e maior postura de ovos, como evidenciado por WYATT & FOSTER (1988, 1989) para *B. spectabilis* Kraatz, 1858. Por outro lado, a população adulta de *B. hermani* na praia Cem revelou grandes oscilações ao longo do ano, com valores de densidade maiores que a espécie anterior seguido de fortes declínios que podem ser uma resposta à mortalidade ou dispersão paralela à linha de costa (*along shore*).

Elevada abundância de *Bledius* é comum, como as descritas por GRIFFITHS & GRIFFITHS (1983), que encontraram 2.260 ind/m² de *P. punctatissimus* no sudeste dos Estados Unidos. WYATT & FOSTER (1988) afirmaram que *B. spectabilis* pode chegar a uma densidade de 4.000 ind/m² (abundância de larvas e adultos combinada) no leste do Reino Unido. GARCIA & NIELL (1991) encontraram 2.541 ind/ m² de *Bledius* spp. no sul da Espanha. No Brasil, GIANUCA (1987) registrou 2.350 indivíduos/m² de *Bledius bonariensis* e GANDARA-MARTINS *et al.* (2010) assinalaram 323 ind/m² de densidade de *B. bonariensis* e 772 ind/

m² *B. hermani*. As maiores abundâncias encontradas no presente trabalho foram de 3.294 ind/m² para *B. bonariensis* e 16.647 ind/m² para *B. hermani*. Estes valores, superiores aos encontrados na bibliografia, podem ser resultado do caráter orientado da coleta, feita apenas em locais com rastros conspícuos, somado ao fato de terem sido realizadas amostragens durante 50 semanas seguidas, ao contrário da maioria dos trabalhos anteriores, com coletas temporalmente restritas. Por outro lado, esta elevada abundância de adultos de *B. hermani* não foi acompanhada pelas larvas, que atingiram um máximo de 4.353 ind/m². Esta discrepância pode ser devido à existência de segregação espacial entre adultos e larvas, ou também a um maior enterramento de um estágio larval e a consequente subamostragem.

A umidade do sedimento e a temperatura do ar parecem ser os parâmetros ambientais de maior influência na distribuição e na variação da abundância das espécies de *Bledius* estudadas. GRIFFITS & GRIFFITS (1983) e GARCIA & NIELL (1991) descreveram que *Psamathobledius punctatissimus* e *Bledius bicornis* Germar, 1822, respectivamente, foram encontradas com maior abundância em locais com umidade próxima a 15%. Acima desse valor de umidade estas espécies apresentaram baixa abundância e em locais com menor umidade tiveram ocorrência muito baixa ou foram ausentes. A presença de *B. bonariensis* na praia Cem no período em que houve grandes precipitações reforça a dependência desta espécie por estes requerimentos ambientais. Por outro lado, *B. hermani* mostrou claramente as maiores abundâncias associadas a maiores temperaturas do ar e do sedimento, sendo que esta última sempre foi maior na praia Cem. Desta forma, fatores climatológicos além do morfodinamismo praias estariam modulando a distribuição espacial e temporal das espécies de *Bledius* nas praias do litoral paranaense.

Agradecimentos. Agradecemos ao Centro de Estudos do Mar (UFPR) pela infraestrutura e ao REUNI (Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) pelo financiamento. A Pablo D. B. Guilherme pelo auxílio na elaboração dos gráficos e a todos que nos ajudaram nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R. J. & ARAÚJO, A. D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsidio a ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências** 44:7-17.
- BORZONE, C. A. & GIANUCA, N. M. 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. II Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, **Publicações ACIESP** 71(4):280-296.
- 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** 3:197-212.
- 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** 69:565-577.
- 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** 35:472-480.
- CARON, E. & RIBEIRO-COSTA, C. S. 2007. *Bledius* Leach from southern Brazil (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae). **Revista Brasileira de Entomologia** 51(4):452-457.
- COLOMBINI, I.; ALOIA, A.; FALLACI, M.; PEZZOLI, G. & CHELAZZI, L. 2000. Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach. **Marine Biology** 136:531-541.
- 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** 58S:25-40.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology** 27(1):3-27.
- FRANK, J. H. & AHN, K. J. 2011. Coastal Staphylinidae (Coleoptera): A worldwide checklist, biogeography and natural history. **ZooKeys** 107:1-98.
- GANDARA-MARTINS, A. L.; 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** 14(2):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** 215:163-173.
- GIANUCA, N. M. 1987. Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: Síntese dos conhecimentos. I Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. **Publicações ACIESP** 54(1):313-332.
- GIANUCA, N. M. 1997. Coastal Foredune Fauna. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. P. org. **Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic**. Heidelberg, Springer-Verlag, p. 102-104.
- GRIFFITHS, C. L. & GRIFFITHS, R. J. 1983. Biology and distribution of the littoral rove beetle *Psamathobledius punctatissimus* (Le Conte) (Coleoptera: Staphylinidae). **Hydrobiologia** 101:203-214.
- 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). **Bulletin of the American Museum of Natural History** 149:111-254.
- _____. 1986 Revision of *Bledius*. Part IV. Classification of species, groups, phylogeny, natural history, and catalogue (Coleoptera, Staphylinidae, Oxytelinae). **Bulletin of the American Museum of Natural History** 184:1-368.
- _____. 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** 167:1-4218.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: 16.12.2012.
- JARAMILLO, E. 1987. Sandy beach macroinfauna from the Chilean Coast: zonation patterns and zoogeography. **Vie et Milieu** 37(3/4):165-174.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1988. **Numerical Ecology**. Amsterdam, Elsevier Science. 840p.
- LEPS, J. & SMILAUER, P. 2003. **Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO**. Cambridge, University Press. 269p.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigmentes: Spectrophotometric equations. **Limnology Oceanography** 12:343-346.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2013. **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation For Statistical Computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 26.01.2014.
- 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** 38(2):237-245.
- SCHREINER, R. & OZORIO, C. P. 2003. Dinâmica da fauna de insetos do supralitoral numa praia do Atlântico Sul: estudo de curta duração. **Biociências** 11:123-131.
- 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** 3:245-258.
- 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** 59(2):103-111.

- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada** **167**:1-205.
- SUGUIO, K. 1973. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blücher. 317p.
- 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** **67**(4):393-402.
- VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S. & FONSECA, D. B. 1997. Spatiotemporal characterization of intertidal macrofauna at Prainha Beach (Rio de Janeiro State). **Oecologia Brasiliensis** **3**:213-225.
- 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** **60**(2):137-150.
- WYATT, T. D. & FOSTER, W. A. 1988. Distribution and abundance of the intertidal saltmarsh beetle, *Bledius spectabilis*. **Ecological Entomology** **13**:453-464.
- WYATT, T. D. & FOSTER, W. A. 1989. Leaving home: predation and the dispersal of larvae from the maternal burrow of *Bledius spectabilis*, a subsocial intertidal beetle. **Animal Behaviour** **38**:778-785.