

Avaliação da Atividade Alimentar dos Invertebrados de Solo em Campos do Sul do Brasil – *Bait-Lamina Test*

Luciana Regina Podgaiski[✉], Fernanda Schmidt Silveira & Milton de Souza Mendonça Jr.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ecologia, e-mail: podgaiski@gmail.com (Autor para correspondência[✉]), okologie_natur@hotmail.com, milton.mendonca@ufrgs.br.

EntomoBrasilis 4 (3): 108-113 (2011)

Resumo. Esse trabalho tem como finalidade fornecer informações sobre um teste pioneiro (*bait-lamina test*) utilizado nos Campos do Sul do Brasil para avaliar a atividade alimentar dos invertebrados do solo – um indicativo de taxas de decomposição da serapilheira nos ecossistemas. Descreve-se o comportamento alimentar durante dois meses, acessando a profundidade do solo (0-8 cm) na qual ocorre maior consumo e analisando duas formas de quantificação deste consumo (técnica conservativa X técnica prática) em dois diferentes ecossistemas campestres. Foram estabelecidas 100 unidades amostrais (u.a.) independentemente em cada área (pastejada e não pastejada), adicionando a cada uma duas *bait-lamina*, uma disposta horizontalmente na superfície do solo, e outra verticalmente dentro do solo. Para cada data amostral (9, 16, 22, 29 e 65 dias de exposição) foram sorteadas 20 u.a. para análise. Foi observado grande consumo desde o início da exposição, tanto na superfície quanto dentro do solo. A atividade da fauna diferiu com a profundidade do solo, sendo maior na superfície e na profundidade de 6,5-8 cm. Em relação às diferentes técnicas, ambas revelaram resultados similares quando se compararam as duas áreas. A área pastejada demonstrou menor atividade dos invertebrados do que a não pastejada. Esses resultados constituem base para futuras pesquisas no Brasil, relatando que o teste de *bait-lamina* nos Campos Sulinos pode oferecer resultados otimizados após cerca de uma quinzena de dias de exposição.

Palavras-chave: Detritívoros do solo; Decomposição; Integridade funcional do solo; Pampa.

Evaluation of Soil Invertebrates Feeding Activity in South Brazilian Campos – Bait Lamina Test.

Abstract. The aim of this work is to inform about a pioneer bait-lamina test in the South Brazilian Campos to evaluate the soil invertebrates feeding activity which is an approaching to leaf litter decomposition rates in the ecosystems. The feeding activity was tested during two months, across 8 cm of soil depth and employing a comparison between two techniques of consumption quantification (conservative technique vs. practical technique) in two different grassland areas (grazed and not grazed) were described. One hundred independent sampling units (s.u.) were established on each area, and in each s.u. two bait-lamina were inserted: one horizontally and another vertically. For each sampling date (9, 16, 22, 29 e 65 days of exposition), 20 s.u. were sorted and analyzed. We observed a high feeding activity from the beginning of the experiments, both in the surface and within the soil. Soil fauna feeding activity differed according to soil depth, being higher on the surface and for 6.5-8 cm deep in the soil. Both techniques lead to similar results when the two areas were compared. The grazed site showed lower invertebrate feeding activity than the site not grazed. These findings constitute a basis for future researches in Brazil, relating that the bait-lamina test can offer useful results around fifteen days of exposition.

Keywords: Decomposition; Functional soil integrity; Pampa; Soil detritivores.

A decomposição da serapilheira (camada de restos vegetais secos sobre o solo) é um processo crucial para a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas naturais e manejados pelo homem, possibilitando o retorno de nutrientes ao solo, garantindo sua fertilidade e manutenção da sua produtividade (WARDLE 1999). Em um ambiente natural, este processo ecológico pode ser modelado principalmente por três fatores (HÄTTENSCHWILER *et al.* 2005): 1) pelas características físico-químicas locais (solo, clima, microclima), 2) pela diversidade, composição e qualidade química das plantas que o compõem e 3) pela diversidade e composição dos organismos da biota do solo, em seus diferentes grupos funcionais. Muitas práticas modernas de uso da terra interferem diretamente nestes fatores, o que subsequentemente debilita o processo (NEHER 1999). Alguns métodos são amplamente conhecidos e empregados para acessar o *status* da decomposição nos ecossistemas sob variados impactos, como é o caso das bolsas de serapilheira ou *litter-bags* (e.g. DIDHAM 1998; ZHANG *et al.* 2008; PODGAISKI & RODRIGUES 2010). Entretanto, outros métodos também eficientes e com muitas vantagens são pouco utilizados e divulgados, como é o caso do ensaio de *bait-lamina* (KRATZ 1998).

O ensaio de *bait-lamina* foi desenvolvido originalmente por VON TÖRNE (1990) como uma maneira de mensurar a atividade

alimentar dos organismos do solo *in situ*. Existem diversos grupos funcionais de invertebrados de solo, mas os que estão diretamente relacionados à decomposição são os transformadores da serapilheira (detritívoros), como ácaros, colêmbolas, isópodes, diplópodes, minhocas, cupins e alguns besouros (LAVELLE 1996). Desta forma, considera-se que medidas do consumo alimentar da biota do solo são indicadoras de taxas de decomposição (REINECKE *et al.* 2008) e da integridade funcional do solo (FILZEK *et al.* 2004). Trabalhos utilizando o ensaio de *bait-lamina* em diversas regiões do globo e em laboratório vêm testando principalmente os impactos oriundos da contaminação química do solo (GEISSEN & BRÜMMER 1999; PAULUS *et al.* 1999; FILZEK *et al.* 2004, ANDRÉ, 2009) e de diferentes sistemas de uso da terra (RÖMBKE *et al.* 2006; REINECKE *et al.* 2008; HAMEL *et al.* 2007; DIEKÖTTER *et al.* 2010; ROZEN 2010). No Brasil, é de conhecimento dos autores, que o único trabalho publicado com essa técnica se limita ao bioma Amazônico, realizado por RÖMBKE *et al.* (2006) comparando diferentes sistemas florestais.

O teste de *bait-lamina* consiste na exposição no solo de varetas (lâminas) que apresentam pequenos orifícios preenchidos manualmente com uma massa artificial feita com substâncias orgânicas (*bait*). Assume-se que o desaparecimento desta massa no solo durante um período de tempo é diretamente associado

ao consumo pelos invertebrados do solo (não-microorganismos). Todavia, na literatura há divergências na classificação deste consumo. KRATZ (1998) descreve na metodologia que os orifícios das *bait-lamina* devem ser classificados em consumidos ou não, e sugere que este exame seja feito contra a luz, sendo a alimentação registrada quando esta atravessar a *bait*. No entanto, é observado que alguns trabalhos analisam os orifícios das lâminas de uma maneira refinada e conservadora, contabilizando mínimos indícios de alimentação (e.g. REINECKE *et al.* 2002 – análise em estereomicroscópio; REINECKE *et al.* 2008 – análise em scanner), enquanto outros o fazem de forma mais grosseira e prática, distinguindo somente orifícios vazios (e.g. VAN GESTEL *et al.* 2003; RÖMBKE *et al.* 2006). Geralmente, as *bait-lamina* são mantidas em campo entre 10-20 dias em regiões temperadas (KRATZ 1998), ou até que 10-40% da massa nutritiva seja consumida, sendo o período mais apropriado dependente de cada região (TERRA PROTECTA 1999). Por exemplo, HAMEL *et al.* (2007) em área de campo no Canadá, verificaram que após 65 dias o consumo médio de *bait* foi de 2,7%; já para a região de floresta tropical (Amazônia), em dois dias de exposição o consumo variou de 27 a 70% (RÖMBKE *et al.* 2006). Em vista disso, é aconselhável a realização de ensaios piloto que forneçam embasamento e subsídios para pesquisas em cada região (RÖMBKE *et al.* 2006; TERRA PROTECTA 1999).

Este trabalho tem a finalidade de relatar o uso pioneiro do ensaio de *bait-lamina* nos Campos do Sul do Brasil. Desta forma, objetivamos 1) descrever o comportamento alimentar dos invertebrados de solo nas *bait-lamina* ao longo de dois meses; 2) acessar a profundidade do solo (0-8 cm) em que está ocorrendo o maior consumo alimentar e 3) analisar duas formas de quantificação do consumo alimentar nas *bait-lamina* (técnicas conservadora vs. prática) na comparação entre duas áreas de ecossistema campestre: um pastejado (principal atividade econômica e cultural nos Campos, OVERBECK *et al.* 2007) e outro sem a influência do pastejo.

MATERIAL E MÉTODOS

As *bait-lamina* consistiram em varetas (lâminas) de plástico resistente com 120 mm de comprimento, 6 mm de largura e 1 mm de espessura, com 16 orifícios de 2 mm de diâmetro, espaçados 5 mm entre si - as quais foram fabricadas através de procedimento industrial terceirizado. Como massa nutritiva (*bait*) a ser consumida pela fauna de solo, usou-se uma mistura homogênea de celulose em pó (70%), farinha de trigo (27%) e carvão ativado (3%) (TERRA PROTECTA 1999; HOBBELEN *et al.* 2006; VAN GESTEL *et al.* 2003; RÖMBKE *et al.* 2006). De acordo com os autores, substâncias com aproximadamente estas concentrações assemelham-se aos materiais orgânicos vegetais encontrados em campo. Para o preparo da mistura, adiciona-se pequena quantidade de água destilada como solvente, e mexem-se os ingredientes até se obter uma pasta homogênea. Os orifícios das *bait-lamina* são preenchidos com esta pasta manualmente, com faca ou espátula, e as lâminas são limpas com pano úmido ou papel absorvente. Após secagem a temperatura ambiente, a substância tende a reduzir seu volume dentro dos orifícios das lâminas, e por isso, repete-se o procedimento anterior por mais uma ou duas vezes, ou até que as perfurações fiquem completamente preenchidas após secas. Este cuidado é extremamente necessário, pois com possíveis espaços vazios nos orifícios, poderá ocorrer contaminação com barro e também uma interpretação errônea dos resultados (falso consumo).

Os experimentos foram desenvolvidos entre fevereiro e abril de 2010 (verão-outono) em ecossistemas campestres (Bioma Pampa; IBGE 2004) na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS (30°05'22"S; 51°39'08" W), situada no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. O clima na região é considerado temperado, com invernos frios e verões quentes, sem estação chuvosa (Tipo Cfa de acordo com classificação de Köppen-Geigen, PEEL *et al.* 2007). Durante o período de estudo, as médias das temperaturas mínima e máxima foram

respectivamente 18 e 27,5 °C; a precipitação foi bem distribuída, com acúmulo total de 192 mm de chuva (Figura 1). O solo da região é argissolo vermelho-escuro distrófico típico ou arênico, cujo perfil, em condições naturais, apresenta no horizonte A, respectivamente, 470, 220 e 310 g.kg⁻¹ de areia, silte e argila, e teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ e valor T iguais a 1,6, 1,3, 0,41, 0,15 e 8,5 cmolc kg⁻¹, respectivamente (CARPENEDO 1994). O terreno é levemente ondulado (coxilhas) com córregos que apresentam mata ciliar desenvolvida.

Para os experimentos foram selecionadas duas áreas campestres adjacentes com aproximadamente 50 ha cada: uma pastejada por gado (pecuária conservativa – com baixa carga animal e rotatividade de áreas), e outra, excluída da influência do gado desde 2006 (4 anos). Em cada uma das áreas, ao final de fevereiro de 2010, foram estabelecidos 100 pontos independentes, espaçados de dois em dois metros, ao longo das encostas das coxilhas. Somente uma mesma altura nas encostas das coxilhas foi selecionada para uma maior homogeneização da área relativa ao experimento. Em cada ponto foram adicionadas duas *bait-lamina* (uma horizontalmente na superfície do solo, e outra inserida verticalmente dentro do solo), totalizando 400 *bait-lamina* no experimento (200 por área).

O ajuste das *bait-lamina* verticais no solo se deu com a inserção prévia de um instrumento com espessura semelhante a da lâmina (neste estudo, um formão para madeira - 3/8"), para evitar que a mesma raspe no solo, ou até mesmo quebre, se o solo estiver muito compacto. As *bait-lamina* horizontais foram presas na superfície com um arame em formato de "U" invertido. As amostragens foram realizadas em cinco períodos: 9, 16, 22, 29 e 65 dias após a instalação, desta forma, sendo o experimento finalizado no final de abril de 2010. Em cada período amostral, foram selecionados aleatoriamente 20 pontos em cada área, dos quais foram coletadas 80 *bait-lamina* (40 horizontais e 40 verticais). Estas foram levadas a laboratório, onde ficaram armazenadas sob refrigeração até a sua triagem.

Na triagem, vistoriaram-se todos os orifícios das *bait-lamina* em estereomicroscópio. Para a quantificação do consumo alimentar em cada orifício utilizaram-se três categorias, para as quais a massa nutritiva foi: (1) não consumida, (2) parcialmente ou (3) totalmente consumida (Figura 2). Em caso de contaminação com barro, retirou-se cuidadosamente todo o conteúdo de dentro do orifício da *bait-lamina*, e observou-se a presença ou não da massa nutritiva no estereomicroscópio. Havendo massa, esta foi inserida na categoria número 2; em não havendo, considerou-se como categoria 3. Como *técnica conservadora* da quantificação do consumo alimentar, considerou-se o somatório das categorias 2 e 3 (%), e como *técnica prática*, somente a categoria 3 (%). Além disto, para as *bait-lamina* verticais foi anotado o consumo em cada posição (1 a 16), que correspondem às diferentes profundidades do solo (0,5 a 8,0 cm).

Para a descrição do comportamento alimentar e evolução das categorias de consumo ao longo de dois meses as lâminas horizontais (superfície do solo) e verticais (dentro do solo) foram analisadas separadamente. Para a análise do consumo alimentar em relação a profundidade do solo, compararam-se cinco categorias de profundidade: 0) superfície, 1) 0,5- 2 cm, 2) 2,5- 4 cm, 3) 4,5-6 cm e 4) 6,5- 8 cm, a partir de análise de variância com teste de aleatorização (PILLAR & ORLÓCI 1996). Neste caso, foi utilizada a técnica conservadora, e os períodos amostrais foram considerados blocos. Para a comparação da eficiência das técnicas de quantificação do consumo alimentar foram realizadas análises de variância com aleatorização testando efeitos das áreas (campo pastejado e campo excluído de pastejo) e dos períodos amostrais no consumo das *bait-lamina* considerando cada técnica independentemente. Os testes estatísticos foram realizados com base em 999 permutações e com distância euclidiana como medida de semelhança (PILLAR & ORLÓCI 1996) no software MULTIV (PILLAR 2006), e foram escolhidos por evitar pressuposições implícitas dos métodos clássicos paramétricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob as condições de verão e início de outono (Figura 1) em ecossistemas campestres no sul do Brasil, o ensaio de *bait-lamina* mostrou-se eficiente em avaliar a atividade alimentar da fauna de solo. Durante as triagens, foram visualizados diversos organismos que desempenham importante papel no processo de decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (LAVELLE 1996; HÄTTENSCHWILLER *et al.* 2005), tais como fungos, ácaros oribatídeos, nematódeos (Figura 2) e anelídeos - estes últimos, conhecidos por serem altamente correlacionados com o desaparecimento do material nutritivo em *bait-lamina* (VAN GESTEL *et al.* 2003; FÖRSTER *et al.* 2004). Nas *bait-lamina* dispostas na superfície do solo (horizontais), aos nove dias cerca de 56% já apresentaram algum início de consumo, e após um mês de exposição este consumo alcançou 99%. Nas *bait-lamina* verticais, os indícios de alimentação alcançaram 21% aos nove dias, 63% aos 16 e 90% aos 29 dias. Ao final do estudo praticamente todas as *bait* haviam sido utilizadas. Este elevado consumo alimentar desde o início do estudo indica a necessidade de futuras avaliações em período inferior ao mínimo intervalo avaliado aqui.

A evolução das categorias de consumo alimentar (cat.

1, 2 e 3) ao longo do tempo nas lâminas horizontais e verticais é descrita na Figura 3. Nas *bait-lamina* horizontais (Figura 3A), os orifícios completamente consumidos (cat. 3) aumentaram quase linearmente (correlação linear simples, $r = 0,88$) desde os nove dias (44%) até os 65 dias (84%). Os orifícios com *bait* parcialmente consumida (cat. 2) oscilaram somente de 10 a 30% durante o período. Tendo como base as *bait-lamina* verticais (Figura 3B), percebemos que os orifícios na cat. 3 também apresentaram comportamento linear ($r = 0,99$), e que variaram de 7% a 46% no período do estudo. A cat. 2, ao contrário do encontrado na superfície do solo, aumentou consideravelmente dos nove (13%) aos 22 dias (71%) e decaiu até os 65 dias (53%), representando a transformação da cat. 2 na cat. 3.

O consumo alimentar médio de *bait* foi diferente no gradiente de profundidade do solo ($P = 0,001$). Considerando-se dados das datas amostrais em blocos (com exceção do tempo de 65 dias no qual quase 100% das *bait* foram consumidas), a análise de contrastes revelou maior atividade alimentar na superfície (*bait-lamina* horizontais - 84,4%) do que dentro do solo (Figura 4). Resultado como este também foi encontrado por GEISSEN & BRÜMMER (1999), e corrobora o fato de que grande parte da atividade de detritivoria realmente ocorre neste sítio, associada à produção e decomposição da matéria orgânica

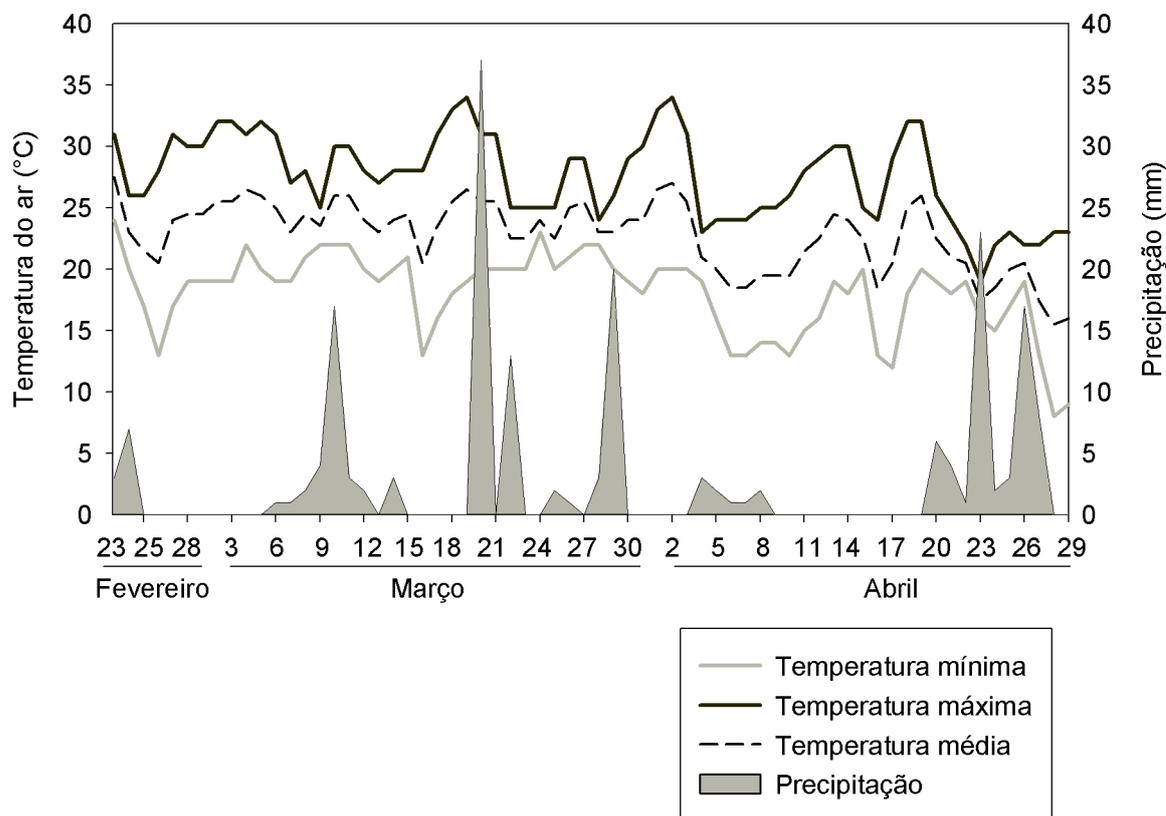


Figura 1. Precipitação e temperatura (média, máxima e mínima) durante o período de estudo para a região metropolitana de Porto Alegre, RS, próxima ao sítio de estudo.

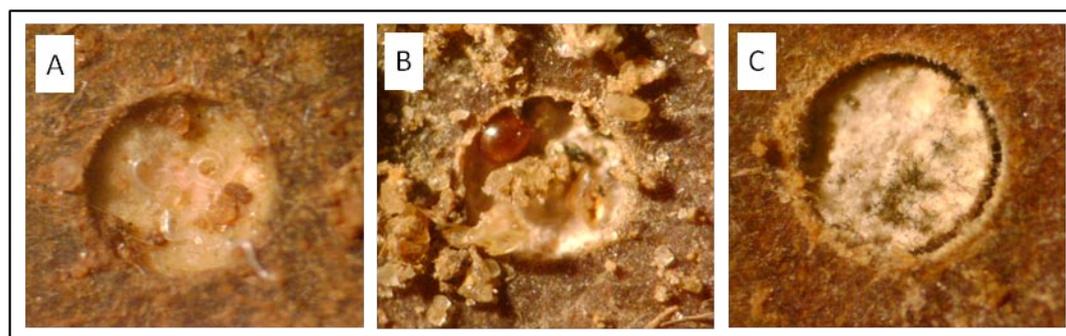


Figura 2. Organismos nas *bait-lamina* consumindo a isca: nematódeos (A), ácaro oribatídeo (B) e fungos (C).

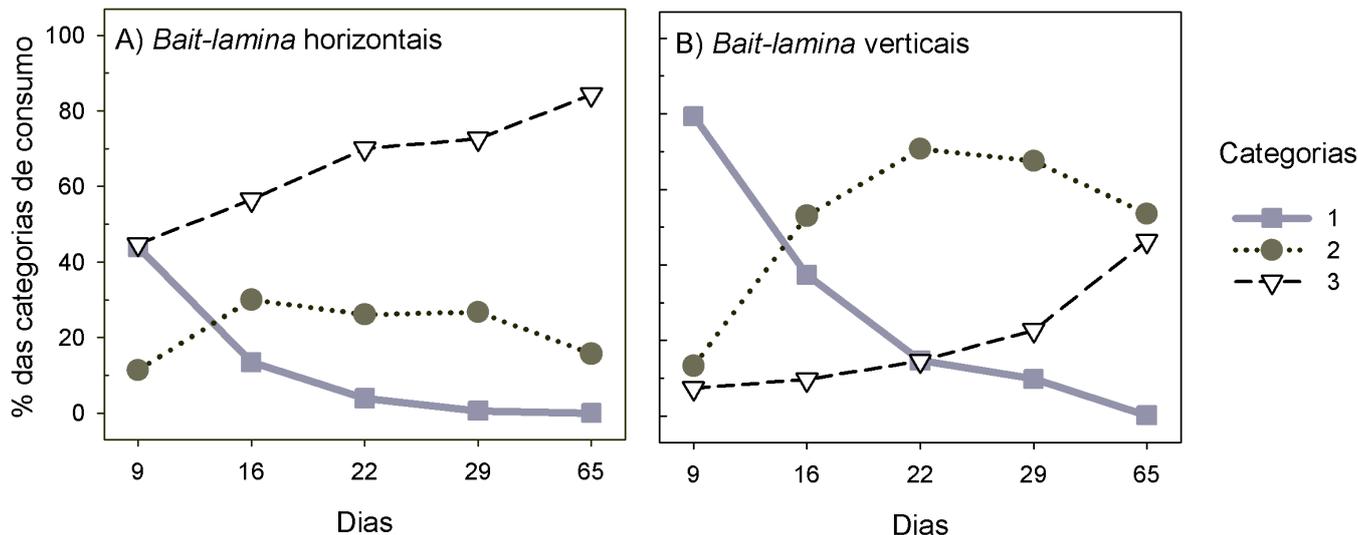


Figura 3. Consumo alimentar em *bait-lamina* horizontais (A) e verticais (B) ao longo dos períodos de exposição nas diferentes categorias analisadas.

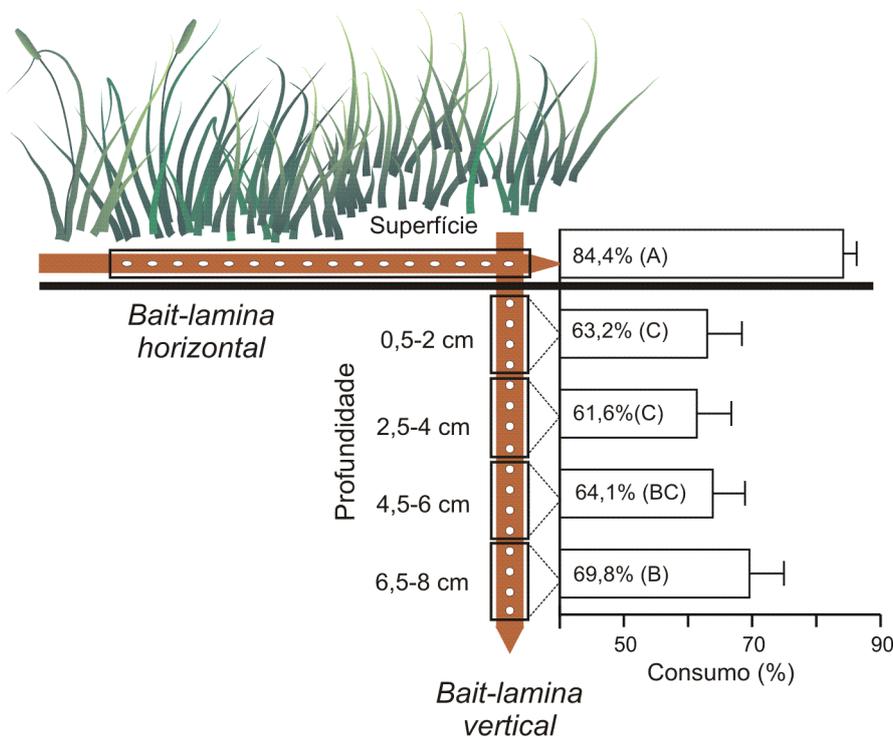


Figura 4. Consumo alimentar médio em *bait-lamina* de acordo com a profundidade do solo. Letras iguais demonstram que não há diferença estatística (teste de permutação). Para a análise, os períodos amostrais foram considerados blocos.

senescente (COLEMAN *et al.* 2004). No entanto, isto também pode estar representando uma facilitação direta dos fatores abióticos como insolação e precipitação na degradação da *bait*, os quais não afetam as *bait-lamina* inseridas dentro do solo. A profundidade de 6,5-8 cm apresentou taxa de consumo alimentar de 68,8%, sendo em média significativamente superior às profundidades de 0,5-2 cm (63,2%) e 2,5-4 cm (61,6%), mas não à de 4,5-6 cm (64,1%). Estas três últimas profundidades não diferiram entre si (Figura 4). Estes resultados são, de certa forma, contrastantes com os resultados encontrados na literatura. Pesquisas como as de GEISSEN & BRUMMER (1999); FILZEK *et al.* (2004); RÖMBKE *et al.* (2006); CASABÉ *et al.* (2007) e HAMEL *et al.* (2007) verificaram consumo alimentar gradual decrescente com a profundidade do solo; mas outros trabalhos demonstram que esta estratificação é dependente do perfil do solo, condições climáticas e de suas comunidades bióticas (GONGALSKY *et al.* 2004). No presente estudo, um grande consumo alimentar nas maiores profundidades (6,5-8 cm) pode representar uma ação acentuada de minhocas neste extrato; no entanto pesquisas complementares seriam necessárias para confirmar esta suposição.

Considerando-se as duas técnicas de obtenção de dados

de consumo alimentar, denominadas aqui de conservadora e de prática, verificou-se que ambas apresentaram resultados similares quanto a influência do pastejo por gado (Figura 5). Apesar de uma tendência evidente em todas as amostragens, somente no período de 16 dias foi verificada diferença significativa entre área pastejada e área excluída de pastejo para as duas técnicas (Figura 5). De acordo com estas informações, percebem-se dois aspectos pertinentes: 1) as duas técnicas fornecem a mesma conclusão, e neste ponto de vista, a técnica prática - apesar de menos precisa - poderia ser mais conveniente em estudos de campo com grande esforço amostral, pois é mais rápida e pode até mesmo ser interpretada em campo; e 2) um período de exposição das lâminas em torno de 16 dias otimizou a diferenciação da atividade alimentar da fauna do solo entre as áreas. Este período de tempo é semelhante ao encontrado por outros autores para obtenção de resultados significativos na discriminação de tratamentos. Por exemplo, ANDRÉ *et al.* (2009), determinaram 14 dias como o tempo ideal para distinção entre locais contaminados em Portugal, e GONGALSKY *et al.* (2004), na Rússia, verificaram que 10 dias foi o tempo mínimo para ganhar resultados significativos na comparação entre diferentes ecossistemas florestais.

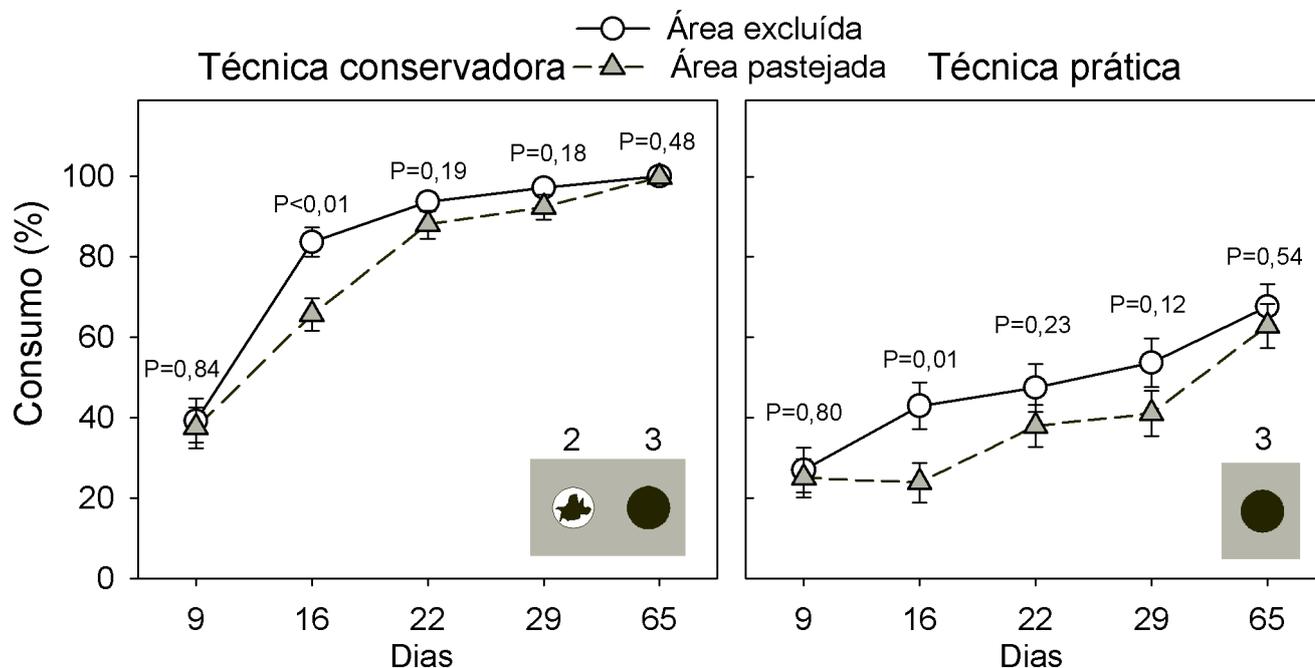


Figura 5. Comparação da atividade alimentar da fauna do solo entre área excluída de pastejo e área pastejada ao longo dos períodos de exposição da *bait-lamina* considerando duas técnicas de quantificação de consumo: conservadora (cat. 2 +3) e prática (cat. 3).

A área pastejada apresentou menor atividade alimentar da fauna do solo do que a área excluída de pastejo (Figura 5). Apesar da falta de replicações de áreas - o que valida este resultado somente para a região do estudo - é possível sugerir que o gado atue modificando propriedades bióticas e abióticas locais que influenciam no processo de decomposição. Solos pastejados tendem a ser mais compactos devido a pressão dos cascos dos animais na superfície do solo, o que diminui sua densidade e porosidade (GIAROLA *et al.* 2007; FIDALSKI *et al.* 2008), e pode afetar a abundância, diversidade e distribuição espacial da fauna de solo ao restringir o número de poros habitáveis por esses (KING & HUTCHINSON 1976; BARDGETT & COOK 1998). Como campos pastejados apresentam redução significativa da biomassa vegetal acima do solo e menor quantidade de serapilheira sobre este, podem apresentar temperatura mais elevada devido a uma exposição mais direta ao sol e uma tendência menor a infiltração de água (MIGUEL *et al.* 2009), os quais também influenciam a atividade biológica da fauna de solo e os resultados do ensaio de *bait-lamina* (GONGALSKY *et al.* 2008). A área excluída de pastejo por quatro anos avaliada neste estudo pode ter se recuperado um pouco destas deficiências nos seus atributos edáficos, e desta forma, oferecido um habitat de melhor qualidade aos invertebrados que atuam no processo de decomposição. Diversos autores ainda citam fatores indiretos que afetam invertebrados e processos do solo pela alteração da quantidade e qualidade dos recursos que entram no mesmo (*e.g.* BARDGETT & WARDLE 2003), entretanto eles parecem ser idiossincráticos, geralmente variando entre ecossistemas com diferentes fertilidades.

O ensaio de *bait-lamina* apresenta muitas potencialidades de uso no Brasil. Acessar o *status* da atividade dos invertebrados de solo, o qual é um indicativo das taxas de decomposição da matéria orgânica, em ambientes manejados pelo homem é cada vez mais desejável visto a crescente demanda pelo uso sustentável da terra. O ensaio pode ser aplicado em diversas ocasiões para comparação da atividade biológica entre tratamentos que se situem em parcelas próximas, por exemplo, para acessar o impacto do avanço de práticas agrícolas, silviculturais e agropastoris sobre áreas naturais, de técnicas de manejo do campo - como o uso do fogo, do uso de lavouras com e sem pesticidas, restauração e remediação de áreas degradadas e/ou contaminadas, etc (veja mais em KRATZ 1998). O ideal é que esta técnica não seja negligenciada, visto a sua potencialidade em oferecer resultados rápidos e fáceis de interpretar.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa a primeira autora, à Embrapa Pecuária Sul pelo patrocínio na confecção das *bait-lamina*, a Fernando Joner e Wagner Luis Camilotti pelo auxílio e idéias dados ao trabalho.

REFERÊNCIAS

- André, A., S.C. Antunes, F. Gonçalves & R. Pereira, 2009. Bait-lamina assay as a tool to assess the effects of metal contamination in the feeding activity of soil invertebrates within a uranium mine area. *Environmental Pollution*, 157: 2368-2377.
- Bardgett, R.D. & R. Cook, 1998. Functional aspects of soil animal diversity in agricultural grasslands. *Applied Soil Ecology*, 10: 263-276.
- Bardgett, R.D. & D.A. Wardle, 2003. Herbivore-mediated linkages between aboveground and belowground communities. *Ecology*, 84: 2258-2268.
- Carpeneo, V., 1994. Compressibilidade de solos em sistemas de manejo. Tese de (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 106p.
- Casabé, N., L. Piola, J. Fuchs, M.L. Oneto, L. Pamparato, S. Basack, R. Giménez, R. Massaro, J.C. Papa & E. Kesten, 2007. Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 232-239.
- Coleman, C., D.A. Jr. Crossley & P.F. Hendrix, 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Elsevier Academic Press, San Diego, 384p.
- Didham, K.R., 1998. Altered leaf-litter decomposition rates in tropical forest fragments. *Oecologia* 116: 397-406.
- Diekötter, T., S. Wamser, V. Wolters & K. Birkhofer, 2010. Landscape and management effects on structure and function of soil arthropod communities in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137: 108-112.
- Fidalski, J., C.A. Tormena, U. Cecato, L.M. Barbero, S.M. Lugão & M.A.T. Costa, 2008. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:1583-1590.
- Filzeck P.D., D.J. Spurgeon, G.B.C. Svendsen & P.K. Hankard, 2004. Metal Effects on soil invertebrate feeding: measurements using the bait-lamina method. *Ecotoxicology*, 13: 807-816.

- Geissen, V. & G.W. Brümmer, 1999. Decomposition rates and feeding activities of soil fauna in deciduous forest soils in relation to soil chemical parameters following liming and fertilization. *Biology and Fertility of Soils*, 29: 335–342.
- Giarola, N.F.B., C.A. Tormena & A.C. Dutra, 2007. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 3: 863–873.
- Gongalsky, K.B., T. Persson & D.A. Pokarzhevskii, 2008. Effects of soil temperature and moisture on the feeding activity of soil animals as determined by the bait-lamina test. *Applied Soil Ecology*, 39: 84–90.
- Gongalsky, K.B., D.A. Pokarzhevskii, Z.A. Filimonova & F.A. Savin, 2004. Stratification and dynamics of bait-lamina perforation in three forest soils along a north–south gradient in Russia. *Applied Soil Ecology*, 25: 111–122.
- Hamel, C., M.P. Schellenberg, K.G. Hanson & H. Wang, 2007. Evaluation of the “bait-lamina test” to assess soil microfauna feeding activity in mixed grassland. *Applied soil ecology*, 36: 199–204.
- Hättenschwiler, S., A.V. Tiunov & A.S. Scheu, 2005. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36: 191–218.
- Hobbelen, P.H.F., P.J. van den Brink, J.F. Hobbelen & C.A.M. van Gestel, 2006. Effects of heavy metals on the structure and functioning of detritivore communities in a contaminated floodplain area. *Soil Biology & Biochemistry*, 38: 1596–1607.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> [acesso em 20 set.2010].
- King, L.K. & K.J. Hutchinson, 1976. The effects of sheep stocking intensity on the abundance and distribution on Mesofauna in pastures. *Journal of Applied Ecology*, 13: 41–55.
- Kratz, W., 1998. The bait-lamina test – general aspects applications and perspectives. *Environmental Science and Pollution Research*, 5: 94–96.
- Lavelle, P., 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, 33: 3–16.
- Miguel, F.R.M., S.R. Vieira & C.R. Grego, 2009. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 1513–1519.
- Neher, D. A., 1999. Soil community composition and ecosystem processes: comparing agricultural with natural ecosystems. *Agroforestry Systems*, 45: 159–185.
- Overbeck, G.E., S.C. Müller, A. Fidelis, J. Pfadenhauer, V.D. Pillar, C.C. Blanco, I.I. Boldrini, R. Both & E. Forneck, 2007. Brazil’s neglected biome: The South Brazilian Campos. *Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9: 101–116.
- Paulus, R.; J. Römbke, A. Ruf & L. Beck, 1999. A comparison of the litterbag-, minicontainer- and bait-lamina-methods in an ecotoxicological field experiment with diflubenzuron and btk. *Pedobiologia*, 43: 120–133.
- Peel, M.C., B.L. Finlayson & T.A. McMahon, 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633–1644.
- Pillar, V.D., 2006. MULTIV – User’s Guide, 2.4, 51p. (Universidade Federal do Rio Grande do Sul).
- Pillar, V.D. & L. Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science*, 7: 585–92.
- Podgaiski, L.R. & G.G. Rodrigues, 2010. Leaf-litter decomposition of pioneer plants and detritivore macrofaunal assemblages on coal ash disposals in Southern Brazil. *European Journal of Soil Biology*, 46: 394–400.
- Reinecke, A.J., R.M.C. Albertus, S.A. Reinecke & O. Larink, 2008. The effects of organic and conventional management practices on feeding activity of soil organisms in vineyards. *African Zoology*, 43: 66–74.
- Reinecke, A.J., B. Helling, K. Louw, J. Fourie & S.A. Reinecke, 2002. The impact of different herbicides and cover crops on soil biological activity in vineyards in the Western Cape, South Africa. *Pedobiologia*, 46: 475–484.
- Römbke, J., H. Hofer, M.V.B. Garcia & C. Martius, 2006. Feeding activities of soil organisms at four different forest sites in Central Amazonia using the bait-lamina method. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 313–320.
- Rozen, A., 2010. Soil faunal activity as measured by the bait-lamina test in monocultures of 14 tree species in the Siemianice common-garden experiment, Poland. *Applied Soil Ecology*, 45: 160–167.
- Terra Protecta, 1999. The bait-lamina Test. Disponível em: <http://www.terra-protecta.de/englisch/ks-info-en.htm> [acesso em 10 Nov. 2010].
- van Gestel, C.A.M., M. Kruidenier & M.P. Berg, 2003. Suitability of wheat straw decomposition, cotton strip degradation and bait-lamina feeding tests to determine soil invertebrate activity. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 115–123.
- von Törne, E., 1990. Assessing feeding activities of soil-living animals. I. Bait-lamina-tests. *Pedobiologia*, 34: 89–101.
- Wardle, D.A., 1999. How soil food webs make plants grow. *Trends in Ecology and Evolution*, 1: 418–420.
- Zhang, D., D. Hui, Y. Luo & G. Zhou, 2008. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *Journal of Plant Ecology*, 1: 1–9.

Recebido em: 01/05/2011

Aceito em: 07/09/2011

Como citar este artigo:

Podgaiski, L.R., F.S. Silveira & M. Mendonça Jr., 2011. Avaliação da Atividade Alimentar dos Invertebrados de Solo em Campos do Sul do Brasil – *Bait-Lamina Test*. *EntomoBrasilis*, 4(3): 108–113. www.periodico.ebras.bio.br/ojs



Aponte a câmera do celular, que possua leitor de QRCode, para acessar o artigo