

## Fauna Edáfica em Floresta de Araucária no Estado de São Paulo<sup>(1)</sup>

**Jamil de Moraes Pereira<sup>(2,3)</sup>; Dilmar Baretta<sup>(4)</sup>; Rafael L. de F. Vasconcellos<sup>(5)</sup>; Luiz Carlos Dias Rocha<sup>(1)</sup>; Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado com recurso financeiro da FAPESP; <sup>(2)</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes-MG, [jamilmpereira@gmail.com](mailto:jamilmpereira@gmail.com); <sup>(3)</sup> Doutorando do Curso de Pós Graduação em Microbiologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba, SP; <sup>(4)</sup> Professor Efetivo, Centro de Educação Superior do Oeste (CEO/UDESC), Chapeco, SC, [dilmar.baretta@udesc.br](mailto:dilmar.baretta@udesc.br); <sup>(5)</sup> Doutorando do Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba, SP, [rafaellvas@gmail.com](mailto:rafaellvas@gmail.com); <sup>(6)</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes-MG, [luiz@ifet.com.br](mailto:luiz@ifet.com.br); <sup>(6)</sup> Professor Titular, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba, SP, CEP: 13418-900, [ejbncard@usp.br](mailto:ejbncard@usp.br)

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a abundância de grupos da fauna edáfica e sua relação com os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo e químicos da serapilheira em Florestas com araucária nativa (NF) e reflorestada (RF). Cada floresta foi representada por três repetições verdadeiras. A coleta de grupos da fauna edáfica (**GFE**) foi realizada por meio de 15 armadilhas de solo, instaladas ao redor das árvores de araucária. Nos mesmos pontos foram retiradas amostras de solo para avaliação dos atributos químicos, físicos e microbiológicos. Os resultados de abundância, riqueza de **GFE** e índices ecológicos foram submetidos à análise de variância. Os dados de abundância de **GFE** e atributos do solo foram submetidos à Análise de Componentes Principais. O resultado da ACP mostrou que há abundância diferenciada de **GFE** nas florestas estudadas, sendo sua atividade influenciada em função dos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo e químicos da serapilheira.

**Termos de indexação:** Análise de Componentes Principais; Invertebrados de solo; Bioindicadores.

### INTRODUÇÃO

No estado de São Paulo, o solo sob floresta de araucária concentra alta diversidade de invertebrados Baretta et al. (2010) e alterações, nesse ecossistema, sejam naturais e/ou antrópicas podem provocar desequilíbrio na comunidade de invertebrados influenciando sua abundância e diversidade. Os invertebrados edáficos atuam em sinergismo com a microbiota do solo na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, beneficiando a porosidade, infiltração de água e funcionamento biológico do solo Lavelle & Spain (2001). Nesse sentido, a abundância e diversidade de invertebrados do solo e/ou a presença de grupos específicos, tais como formigas, aranhas, minhocas e colêmbolos, entre outros, podem ser utilizados para caracterizar um

determinado ecossistema como, por exemplo, florestas naturais com araucária e áreas de reflorestamento (Baretta et al., 2008; Baretta et al., 2010).

O envolvimento de grupos da fauna edáfica em processos ecológicos do solo torna-os importantes indicadores biológicos de qualidade, principalmente por sua rápida resposta às alterações do meio comparados aos demais atributos físicos e químicos do solo (Baretta et al., 2010; Rousseau et al., 2013).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade de grupos da fauna edáfica e sua relação com os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo e químicos da serapilheira em florestas com araucária nativa e reflorestada no estado de São Paulo.

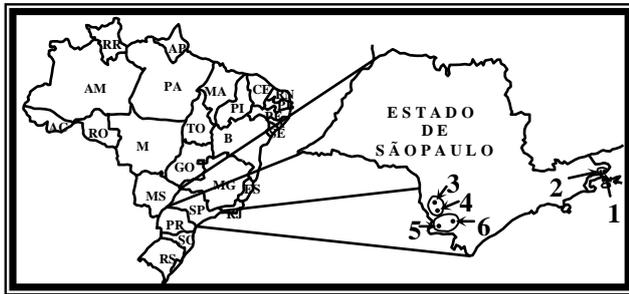
### MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no inverno (agosto de 2009) e verão (fevereiro de 2010). Foram avaliadas florestas com araucária nativa (NF) e reflorestada (RF), em três regiões distintas no estado de São Paulo (**Figura 1**). Cada floresta foi representada por três repetições verdadeiras, nas quais, em cada área, foi delimitada uma parcela de 0,5 ha.

Em cada parcela, 15 armadilhas de queda (Pitfall traps), para a avaliação da atividade da fauna edáfica, foram instaladas ao acaso e próximas às árvores, espaçadas 20 metros entre si. Cada armadilha foi representada por um frasco de vidro, o qual foi enterrado, no solo, com a extremidade superior aberta e nivelada com a superfície do mesmo, permanecendo na área por três dias Baretta et al. (2008). Cada armadilha recebeu 200 mL de solução detergente, na concentração de 2,5%.

Os invertebrados coletados em cada armadilha foram preservados em solução de álcool 75% até sua identificação em grandes grupos taxonômicos, com auxílio de microscópio estereoscópico. Após, foram calculados a abundância, riqueza de grupos e

os índices de Shannon, Simpson e Pielou. Esses dados foram submetidos à Análise de Variância



**Figura 1.** Mapa com a localização georeferenciada das áreas de estudo, sendo: (1) **NF**- Bananal/ SP 22° 48' 26" S 44° 21' 59" W; (2) **RF**- Bananal/SP 22° 48' 24" S 44° 22' 27" W; (3) **NF**- Itaberá/SP 23° 50' 27" S 49° 08' 40" W; (4) **RF**- Itapeva/SP 24° 04' 19" S 49° 04' 10" W; (5) **NF**- Barra do Chapéu/SP 24° 28' 40" S 49° 01' 07" W; (6) **RF**- Iporanga - SP/PETAR 24° 20' 14" S, 48° 36' 14" W.

(Two-way ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste LSD ( $P \leq 0,05$ ) por meio do programa SAS Sas (2002).

Nos mesmos pontos de amostragem da fauna, retiraram-se cinco subamostras de solo em cada ponto, com auxílio de um trado, na profundidade de 0-20 cm, perfazendo 15 amostras compostas. A serapilheira foi amostrada, no mesmo ponto, numa área de (25 x 25 cm). No inverno, foram coletadas 15 amostras indeformada de solo na profundidade de 0-5 cm, com auxílio de anéis de aço inox.

A massa seca de serapilheira (MSS) foi determinada, após secagem, a 55 °C até peso constante. A seguir, determinou-se o teor de C, N e S, por combustão seca. Nas amostras de solo foram determinados o pH em  $\text{CaCl}_2$ , carbono orgânico (Corg), fósforo (P), Cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), Alumínio (Al) e H+Al segundo metodologia estabelecida por Raij et al. (2001). A umidade do solo foi determinada a 105 °C por 48 h. Nas amostras de solo indeformadas foram determinadas a densidade, a macro, a microporosidade e a porosidade total Embrapa (1997). O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado segundo Vance et al.(1987) e a atividade da enzima desidrogenase (Desi) foi determinada de acordo com Casida et al. (1964).

A abundância de cada grupo taxonômico da fauna do solo foi utilizada para obtenção do comprimento do gradiente, optando-se pela Análise de Componentes Principais (ACP). Os atributos químicos do solo (pH $\text{CaCl}_2$ , P, Ca, K, Corg), da serapilheira (C,N), físicos do solo (densidade, microporosidade, porosidade total, umidade), massa seca de serapilheira e atributos microbiológicos (CBM e Desi) foram utilizados posteriormente na ACP, como variáveis ambientais explicativas das modificações dos atributos da fauna (abundância e riqueza de grupos da fauna).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

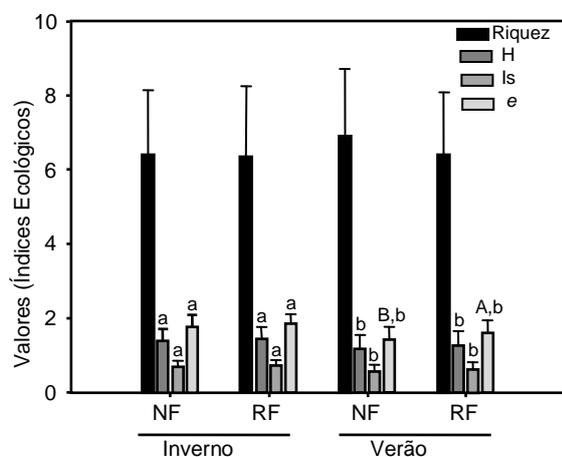
Os valores de riqueza de **GFE** não diferiram entre os tratamentos e épocas de amostragens, indicando que a atividade de **GFE** não foi sensível ao efeito de sazonalidade e, teoricamente, da maior oferta de recurso alimentar encontrado em solos sob floresta mais preservada, como é o caso da NF (**Figura 2**). Os maiores valores dos índices de diversidade foram encontrados em NF e RF no inverno, comparado ao verão. Essa maior diversidade de **GFE** no inverno pode refletir uma maior atividade destes em busca de alimento, mais escasso nessa época, decorrente do menor aporte de serapilheira. Melhores índices de diversidade de **GFE** também foram encontrados para época de inverno em duas áreas de floresta secundária Calvi et al. (2010). O índice de Pielou que reflete a uniformidade da distribuição dos **GFE**, em cada área, foi maior em RF no verão em comparação a NF.

A ACP revelou que os dois primeiros eixos explicaram 34,2% e 32,2% da variabilidade total dos dados no inverno e verão, respectivamente (**Figura 3a e b**). Esses resultados mostram uma nítida separação entre NF e RF, nos quais os **GFE** e variáveis ambientais explicativas assumiram uma distribuição diferenciada entre NF e RF nas duas épocas de coleta (**Figura 3a e b**). No inverno, observa-se que os grupos Hemiptera, Collembola e Diplopoda ficaram associados à RF devido, principalmente, aos maiores valores de MSS (**Figura 3a**).

Já em NF, os grupos Orthoptera, Hymenoptera, Araneae, Coleoptera, além do grupo "Outros" foram os mais abundantes. Isso é explicado pela maior qualidade do solo e da serapilheira em NF (**Figura 3a**). No verão, a maior abundância de grupos ficou associada à NF, destacando-se os grupos Hymenoptera, em sua maioria Formicidae, Hemiptera, Orthoptera, Araneae, Coleoptera e Collembola (**Figura 3b**).

A atividade desses grupos foi mais intensa em solo com maiores teores de CBM, Ca, P, Corg, microporosidade e atividade de Desi. Nenhum **GFE** ficou, especificamente, associado com a RF, resultando em baixa abundância, embora o solo, em RF apresentasse maiores valores de umidade, MSS e densidade (**Figura 3b**). Os grupos Orthoptera, Araneae e Hymenoptera associados à NF, nas duas épocas e Formicidae, no inverno (**Figura 3a e b**), relacionaram-se a solos com valores mais altos de CBM. Esse resultado mostra que essa maior abundância, provavelmente contribua para a melhoria do funcionamento biológico do solo Brussaard et al. (2007) e, principalmente, para a manutenção do equilíbrio biológico e melhoria da

estrutura da cadeia alimentar Rousseau et al. (2013).



**Figura 2.** Valores de riqueza e índices de diversidade de (Shannon, Simpson e Pielou) de grupos taxonômicos da fauna edáfica nas florestas de Araucária nativa (NF) e reflorestada (RF) no inverno e verão. Letra minúscula compara áreas independente de época e letra maiúscula compara os índices dentro de uma mesma época. A ausência de letra indica que não houve diferença significativa entre áreas e épocas pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ).

Evidenciou-se que a melhor cobertura vegetal, mais densa, em NF beneficiou a comunidade da fauna edáfica (Martius et al., 2001; Baretta et al., 2010), especialmente no verão, pois proporcionou ao solo maior quantidade de P e Ca, elementos chaves ao desenvolvimento da fauna Baretta et al. (2011), além de aumento no CBM e, consequentemente maior estímulo à microbiota (**Figura 3b**).

## CONCLUSÕES

Há abundância diferenciada de grupos da fauna edáfica entre as florestas estudadas e a maior abundância de grupos da fauna foi encontrada na floresta com araucária nativa associada à maior qualidade do solo, indicando que estes grupos são sensíveis e úteis na avaliação da qualidade biológica desse ecossistema.

## REFERÊNCIAS

BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da Macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. Acta Zoológica Mexicana, 2:135-150, 2010

BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUZA, J. P. et al. Cobêmbolos (Hexápoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. R.Bras. Ci. Solo, 32:2693-2699, 2008.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C. et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: FILHO, O. K.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. Ed. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. V.7. p.141-192.

BRUSSAARD, L., de RUITER, P., BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agric. Ecosyst. Environ. 12: 233-244, 2007.

CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; JUNIOR, A. et al. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jequetibá-ES, Brasil. Acta Agronômica, 59:37- 45, 2010.

CASIDA JR, L. E.; KLEIN, D. A.; SANTORO, T. Soil dehydrogenase activity. Soil Science, 98:371-376, 1964.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.

LAVELLE, P. & SPAIN, A. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2001, 654p.

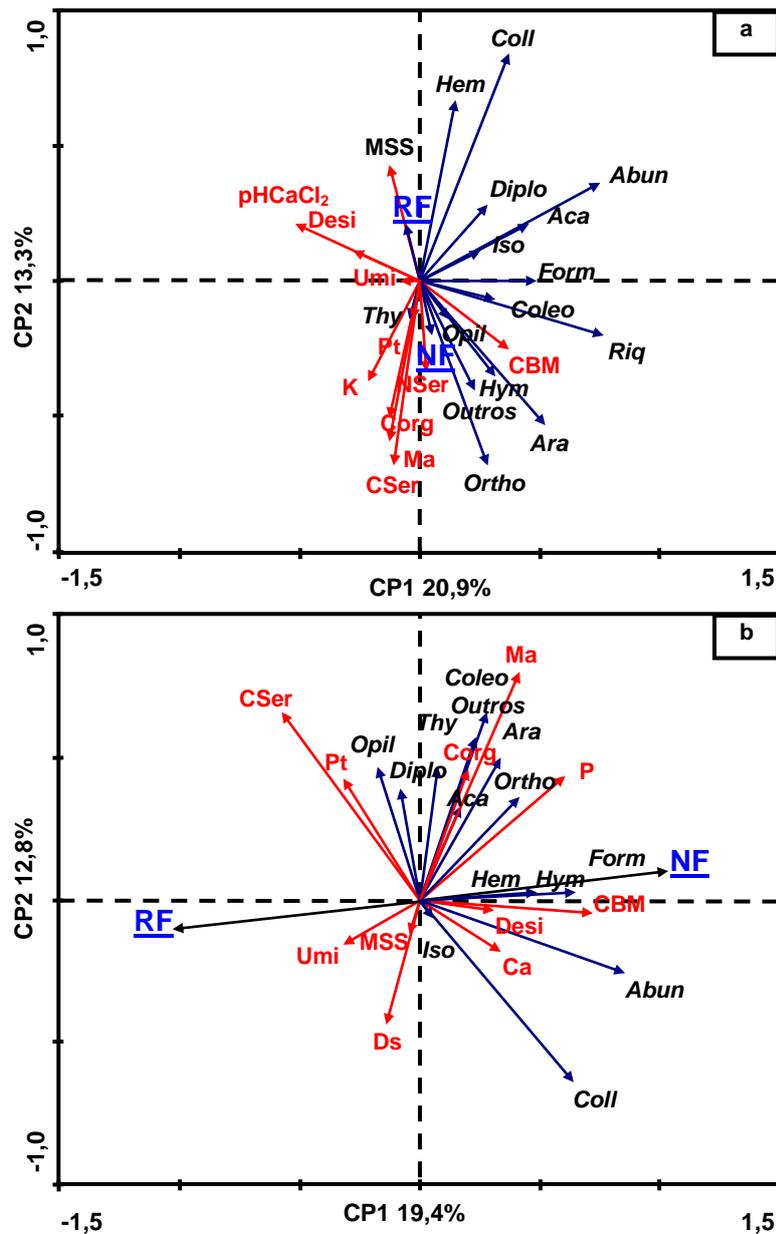
MARTIUS, C.; HÖFER, H.; GARCIA, M. V. B. et al. Microclimate in agroforestry systems in central Amazonia: does canopy closure matter to soil organisms? Agrofor. Syst. 60:291-304, 2001.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo. 2001. 285p.

ROUSSEAU, L.; FONTE, S. J.; TÉLLEZ, O et al. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. Ecological indicators 27: 71-82, 2013.

SAS Institute. SAS User's guide: Statistics. Versão 8.2. 6<sup>th</sup> ed.Cary: Institute Inc. 2002.

VANCE, E. D.; BROOCKS, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, 19:703-707, 1987.



**Figura 3.** Relação entre a Componente Principal 1 (CP 1) e 2 (CP 2), discriminando Florestas de Araucária nativa (NF) e reflorestada (RF), grupos taxonômicos da fauna edáfica (→ em *italico*) e as variáveis ambientais explicativas (→ em *vermelho*) coletadas na metodologia de armadilhas de solo em duas épocas contrastantes inverno (agosto de 2009, a) verão (fevereiro de 2010, b). Diplo: Diplopoda; Iso: Isopoda; Coleo: Coleoptera, Hym: Hymenoptera; Ortho: Orthoptera; Opil: Opilionidae; Coll: Collembola; Hem: Hemiptera; Form: Formicidae; Aca: Acarina; Ara: Araneae; Thy: Thysanoptera; Outros: Outros grupos menos abundantes; Riq: Riqueza; Abun: Abundância; Corg: Carbono orgânico; P: Fósforo; Ca: Cálcio; K: Potássio; Cser: Carbono na serapilheira; NSer: Nitrogênio na serapilheira; Umi: Umidade; Pt: Porosidade total; Ma: Macroporosidade; Ds: Densidade; MSS: massa seca de serapilheira; CBM: Carbono da biomassa microbiana; Desi: Desidrogenase.