

Macrofauna do solo em estágios sucessionais de alteração da paisagem na região do distrito da BR-163, oeste do Pará

CATARINA PRAXEDES^[1] **MOISÉS MOURÃO JR.**^[2] **PATRICK LAVELLE**^[3] **MARLÚCIA BONIFÁCIO MARTINS**^[4]

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: "O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios". Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Fortaleza. 02-07 de agosto, 2009.

RESUMO - A macrofauna do solo apresenta alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, sendo considerada excelente bioindicadora, e suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do solo. O objetivo deste trabalho foi descrever alguns aspectos da composição e do papel da fauna do solo em três áreas em estágios sucessionais (floresta primária, floresta explorada e floresta secundária) de alteração, no oeste do Pará. As amostras foram obtidas através do método TSBF ao longo de três transectos de 5 km em cada uma das áreas amostradas. A análise dos dados foi efetuada a partir de contagens, as quais foram expressas por seus valores relativos. Técnicas multivariadas de classificação (*cluster analysis* e MDS) e ordenação (*factor analysis*) foram aplicadas, com o objetivo de representar a estrutura global da macrofauna nos estágios sucessionais. Contrastes entre os sistemas sucessionais, tomados a partir da diversidade global, dada pelo índice de Shannon-Weaner (H'), foram testados via t específico ao índice H' . Diferenças significativas quanto ao número de grupos taxonômico, padrão de abundância destes e sua composição foram assinalados. Um arranjo indicou uma maior diversificação na floresta secundária, seguida de floresta primária e floresta explorada. As maiores diferenças, quanto à abundância, foram definidas pelos "engenheiros do ecossistema": Formicidae mais abundante nas áreas primárias, exploradas ou não; Isoptera com menor abundância na floresta primária e Oligochaeta com abundância intermediária em todos os sistemas sucessionais.

Palavras-Chave: macrofauna do solo; engenheiros do ecossistema; serviços ambientais

Introdução

A macrofauna edáfica corresponde aos maiores invertebrados que vivem no solo e são facilmente visíveis a olho nu, com o tamanho do corpo maior que 1 cm [1] e/ou com diâmetro do corpo acima de 2mm [2]. Assim, em função do seu tamanho, a macrofauna, apresenta características morfofisiológicas que favorecem fortemente sua atuação na fragmentação da matéria orgânica, e nas características físicas e químicas do solo,

através da regulação da reciclagem de C e nutrientes; formação de micro e macroagregados além da regulação da porosidade e funções hídricas do solo [3].

Dessa forma, a fauna do solo pode ser uma excelente bioindicadora da qualidade e da degradação ambiental, devido, principalmente, às várias funções que desempenha na natureza, estreita relação com a heterogeneidade dos ecossistemas e processos ecológicos, bem como seu alto grau de sensibilidade às mudanças ambientais [3], sendo fundamental, portanto, reconhecer a sua interação com as alterações ambientais, bem como reconhecer e entender a sua evolução tanto em locais degradados como em estágio de recuperação.

O estudo teve como objetivo avaliar a composição e o papel da macrofauna do solo em três estágios sucessionais de alteração da paisagem, na região do distrito da BR-163, oeste do Pará e indicar como as intervenções na cobertura vegetal promovem alterações na densidade e na diversidade da fauna do solo.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do Projeto PIME – Projeto Integrado MCT - Embrapa-, em diferentes paisagens, no município de Santarém - área de influência do Distrito Florestal sustentável da BR 163, localizado na região oeste do Pará. No presente trabalho foram consideradas três áreas com diferentes tipos de uso do solo foram amostradas: (i) floresta primária (S03.35563°W054.94919°); (ii) floresta explorada (S03.01668°W054.96384°), ambas situadas na Flona do Tapajós e (iii) uma floresta secundária, situada no assentamento agroextrativista Lago Grande – Comunidade Retiro (S02.39584° W055.77631°).

As coletas da macrofauna foram realizadas utilizando-se o método desenvolvido pelo programa de Biologia e Fertilidade dos Solos Tropicais (TSBF), da UNESCO [4], o qual consiste de um monolito com dimensão de 25 x 25 cm quadrados, e 30 cm de profundidade, dividido em 3 estratos de 10 cm (00-10, 10-20, 20-30 cm) cada.

Foram amostrados 10 monolitos, ao longo de um transecto de 5 km, separados 500 metros entre si, para

^[1] Biólogo, M. Sc. Zoologia. Museu Paraense Emilio Goeldi. cpraxedesc@museu-goeldi.br

^[2] Biólogo, M. Sc. Estatística e Experimentação Agropecuária. Embrapa Amazônia Oriental. mmourao@cpatu.embrapa.br

^[3] Biólogo, D. Sc. Ecologia do Solo. IRD/CIAT/MPEG. Patrick.Lavelle@ird.fr

^[4] Biólogo, D. Sc. Ecologia. Museu Paraense Emilio Goeldi. marlucia@museu-goeldi.br

cada uma das três áreas. Em seguida toda a macrofauna foi triada, ainda em campo e, conservada em álcool 70% para posterior determinação dos táxons.

Os dados foram analisados a partir de contagens, as quais foram expressas por seus valores relativos. Técnicas multivariadas de classificação (*cluster analysis* e MDS) e ordenação (*factor analysis*) foram aplicadas aos dados. No caso do *cluster analysis* foi utilizada a distância Bray-Curtis, da qual a matriz também foi aplicada para o MDS. Transformações do tipo logarítmica e posterior padronização dos dados foram aplicadas aos dados para aplicação da *factor analysis*, a qual foi efetuada via extração de componentes principais. Para a seleção dos auto-valores foi adotada a regra de Kaiser. No caso da seleção dos auto-vetores foi utilizado um valor de $|\lambda_i| \geq 0,20$. As análises foram conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Excel e do pacote estatístico MVSP.

Resultados

Em todos os ambientes foram registrados 29 grupos taxonômicos, sendo estes representados por: **Annelida** – Hirudinea, Oligochaeta; **Arachnida** – Acari, Araneae, Opiliones, Palpigradi, Pseudoscorpiones, Ricinulei, Uropygi; **Crustacea** - Isopoda; **Insecta** – Coleoptera, Dermaptera, Dictyoptera, Diplura, Diptera, Embiidina, Formicidae, Heteroptera, Homoptera, Isoptera, Microcoryphia, Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Thricoptera, Thysanoptera; **Mollusca** - Gastropoda; **Myriapoda** – Chilopoda, Diplopoda.

A floresta secundária foi o sistema que apresentou a maior diversificação taxonômica (26 grupos taxonômicos), seguida de floresta primária (22 grupos taxonômicos) e floresta explorada (18 grupos taxonômicos).

Do total de grupos taxonômicos assinalados 16 foram (a) assinalados em todos os sistemas, sendo estes: Acari, Araneae, Chilopoda, Coleoptera, Dictyoptera, Diplopoda, Diplura, Formicidae, Heteroptera, Isopoda, Isoptera, Microcoryphia, Oligochaeta, Orthoptera, Pseudoscorpiones, Ricinulei. Enquanto que 10 grupos taxonômicos foram (b) exclusivos a um dos sistemas avaliados, a saber: (b.i) floresta primária – Hirudinea, Palpigradi; (b.ii) floresta explorada – Phasmida; (b.iii) floresta secundária - Collembola, Dermaptera, Embiidina, Gastropoda, Homoptera, Opiliones, Thricoptera. Os grupos taxonômicos com (c) registro entre os sistemas sucessionais avaliados, foram somente 04, sendo que em (c.i) floresta primária e floresta explorada – Neuroptera e (c.ii) floresta primária e floresta secundária – Diptera, Thysanoptera, Uropygi.

Com relação as profundidade o número de grupos taxonômicos entre 00-10cm (22 grupos taxonômicos) e 10-20cm (24 grupos taxonômicos) foi um pouco mais elevado do que 10-20cm (19 grupos taxonômicos). A grande maioria (17 grupos taxonômicos) dos grupos taxonômicos esteve presente em (a) todos os estratos

avaliados. O restante dos grupos foi representado por (b.i) exclusivamente 00-10cm – Neuroptera, Thricoptera; (b.ii) exclusivamente 10-20cm – Embiidina, Hirudinea, Homoptera, Palpigradi, Phasmida, Uropygi e (b.iii) entre 00-10cm e 10-20cm - Diptera, Microcoryphia, Pseudoscorpiones. Somente Gastropoda e Opiliones foram registrados (c) exclusivamente em 10-20cm.

Os grupos taxonômicos de maior abundância relativa registrada em (a) todos os sistemas: Formicidae – abundância elevada em todos os sistemas notadamente floresta primária (62%) e floresta explorada (51%), menor abundância relativa em floresta secundária (40%); Isoptera – abundância relativa elevada na floresta explorada (27%) e floresta secundária (29%) e abundância relativa intermediária na floresta primária (6%); Coleoptera – abundância relativa baixa em todos os sistemas (6-9%); Araneae – abundância relativa baixa em todos os sistemas (3-4%); Oligochaeta - abundância relativa intermediária em todos os sistemas (2-3%); (b) em sistemas primários: Chilopoda – abundância relativa baixa na floresta primária (5%) e floresta explorada (2%); Diplopoda – abundância relativa baixa na floresta primária (2%); (c) sistemas alterados: abundância relativa baixa na floresta secundária Collembola (2%) e Diplura (4%) (Tabela 1).

Contrastes entre os sistemas sucessionais, tomados a partir da diversidade global, dada pelo índice de Shannon-Weaver (H'), foram testados via t específico ao índice H' [5]. Definindo um valor superior de diversidade na floresta secundária, valores intermediários na floresta primária e valores inferiores na floresta explorada (Tabela 1).

O grau de similaridade, segundo a distância Bray-Curtis, entre os sistemas foi elevado (média: 0,63; extremos: 0,37-0,89). Os valores de auto-similaridade entre os sistemas foi elevado e equivalente ($p < 0,60$), oscilando entre 0,61 e 0,68. Maiores afinidades entre os sistemas foram observadas entre a floresta explorada e a floresta secundária (0,64) (Tabela 1)

Um ordenação reduziu os 29 grupos taxonômicos a 10 fatores, os quais representaram mais de 90% da variação global dos dados. O PCA I, explicou cerca de 16% da variação, com os seguintes auto-vetores com (i.a) orientação negativa: Chilopoda, Diplopoda, Microcoryphia, Neuroptera, Palpigradi e com (i.b) orientação positiva: Isoptera, Thricoptera, Diplura, Collembola, Dermaptera, Coleoptera, Thysanoptera, Gastropoda, Opiliones, Acari, Pseudoscorpiones, Embiidina, Heteroptera, Araneae, Oligochaeta. Já o PCA II, com cerca de 13% da variação global dos dados, apresentou auto-vetores com (ii.a) orientação negativa: Pseudoscorpiones, Opiliones, Oligochaeta, Neuroptera, Heteroptera, Diptera, Dictyoptera e com (ii.b) orientação positiva: Palpigradi, Orthoptera, Chilopoda, Ricinulei, Araneae, Acari, Diplura, Embiidina, Formicidae, Dermaptera, Homoptera (Figura 2).

A floresta secundária apresentou uma maior afinidade

com um agrupamentos de diversos grupos taxonômicos, enquanto que floresta primária e floresta apresentara afinidade com um menor agrupamento de grupos taxonômicos. A floresta explorada apresentou uma maior esfericidade ou homogeneidade, quando comparada com a floresta primária. Em ambos casos foram observados maiores valores de abundância de Chilopoda, Oligochaeta, Diptera, Uropygi, Phasmida, Dictyoptera, Diplopoda, Pseudoscorpiones, Microcoryphia, Neuroptera, Hirudinea, Palpigradi. Enquanto que na floresta secundária foram assinalados maiores valores de Diplura, Acari, Dermaptera, Araneae, Embiidina, Ricinulei, Coleoptera, Thysanoptera, Collembola, Isoptera, Thricoptera, Formicidae (Figura 2).

Conclusões

Diferenças quanto ao número de grupos taxômicos, padrão de abundância destes e sua composição foram assinaladas. Um arranjo indica uma maior diversificação na floresta secundária, seguida de floresta primária e floresta explorada. A diversificação, segundo o índice de Shannon-Weaner, determinou diferença entre todos os estágios sucessionais, com maior diversificação na floresta secundária e menor na floresta explorada.

Quanto a composição taxonômica, tomando-se os

engenheiros do ecossistema, foram definidas distinções quanto a maiores abundância de Formicidae nas áreas primárias, exploradas ou não; Isoptera apresentou menores abundâncias na floresta primária e Oligochaeta apresentou abundância intermediária em todos os sistemas sucessionais.

Referências

- [1] LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal Soil Biology*, 33: 159-193.
- [2] SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J. M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Oxford, Blackwell.
- [3] LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. 2001. *Soil Ecology*. London, Kluwer Academic Press. 654p.
- [4] ANDERSON J.M., INGRAM, J.S.I. 1993. Tropical soil biology and fertility: *A handbook of methods*, 2nd edition. CAB International, Wallingford.
- [5] MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. 2nd Edition. Princeton University Press. Princeton. 2006.

Grupos taxonômicos	Floresta Primária	Floresta Explorada	Floresta Secundária
Formicidae	62,0	50,9	39,8
Isoptera	6,2	27,0	28,8
Coleoptera	6,2	6,0	8,7
Araneae	2,7	4,1	2,9
Oligochaeta	3,2	2,1	2,2
Chilopoda	5,5	2,5	
Acari	2,0		2,1
Diplopoda	2,2		
Collembola			2,4
Diplura			3,6
GT	22	18	26
H'	1,646	1,523	1,885
$\delta_{(BC)}$	0,66/0,62/0,61	0,61/0,62/0,64	0,68/0,61/0,64

Onde: GT – total de grupos taxonômicos; H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver, base neperiana; $\delta_{(BC)}$ – valores médios de similaridade, segundo a distância Bray-Curtis, entre os respectivos pares (valores em negrito – auto-similaridade média)

Tabela 1

Abundância relativa dos grupos taxonômicos importantes, número total de grupos taxonômicos, índice de diversidade de Shannon-Weaver e similaridade entre os sistemas sucessionais avaliados no Distrito Florestal sustentável da BR 163

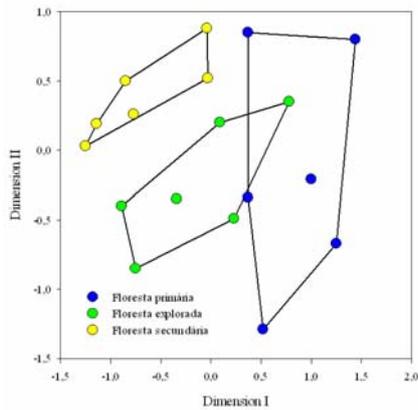


Figura 1 Disposição dos valores obtidos na análise multidimensional, a partir da matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis, para os sistemas sucessionais avaliados

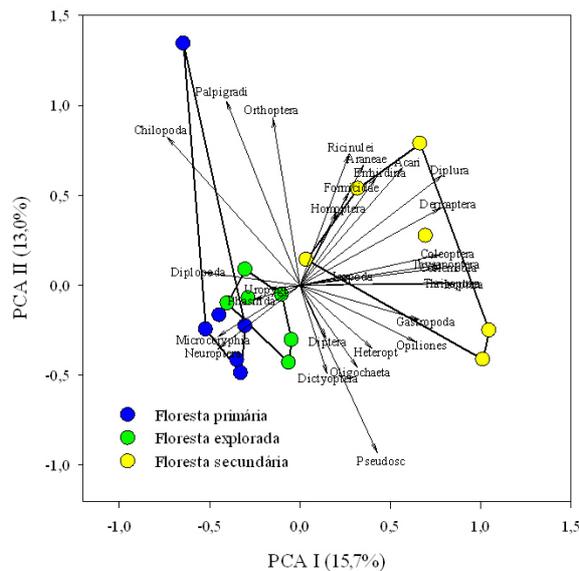


Figura 2 Disposição de auto-vetores os escores dos sistemas sucessionais obtidos na análise fatorial (PCA)