

ARTIGO ORIGINAL

Diego de Macedo Rodrigues^{1*}
Luziel Oliveira Ferreira¹
Neilson Rocha da Silva¹
Eguinaldo dos Santos Guimarães¹
Ivan Carlos Fernandes Martins²
Francisco de Assis Oliveira²

Diversidade de artrópodes da fauna edáfica em agroecossistemas de estabelecimento agrícola familiar na Amazônia Oriental

Arthropod diversity of soil fauna in family agricultural establishment of agroecosystems in Eastern Amazon

¹ Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, Folha 31, Quadra 7, Lote Especial, s/n, Nova Marabá, 68507-590, Marabá, PA, Brasil

² Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, PA, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: diegomacedo@unifesspa.edu.br

PALAVRAS-CHAVE

Artrópodes da fauna
Armadilha de solo
Sustentabilidade

KEYWORDS

Arthropod fauna
Pitfall traps
Sustainability

RESUMO: Os agroecossistemas, suas composições vegetais e diferentes formas de manejo apresentam nos artrópodes da fauna edáfica os elementos fundamentais para seu funcionamento, de forma que o conhecimento destas comunidades é subsídio importante para perspectivas de manejo sustentável dos agroecossistemas amazônicos. Neste contexto, o objetivo é avaliar a diversidade de artrópodes da fauna edáfica em agroecossistemas com diferentes usos do solo em estabelecimento agrícola familiar na Amazônia Oriental. As avaliações foram realizadas no município de Marabá-PA. Em quatro agroecossistemas (área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem) os artrópodes da fauna edáfica foram coletados com armadilhas de solo. Foram realizadas seis amostragens em função da sazonalidade climática regional. Foram calculados para os diferentes agroecossistemas a abundância e a riqueza de morfoespécies, além de índices de diversidade, dominância, equitabilidade e similaridade. Foram capturados 24.564 indivíduos nas seis amostragens nos quatro agroecossistemas abrangendo 266 morfoespécies. O mandiocal destacou-se em abundância de indivíduos (13.041) e a pastagem apresentou os menores valores para abundância total (3.895). Os grupos taxonômicos Hymenoptera, Coleoptera e Acari foram responsáveis por 94,52% da abundância total de indivíduos e a área de policultivo apresentou a maior diversidade de artrópodes da fauna edáfica, com o índice de diversidade de Shannon igual a 2,93. A diversidade da fauna edáfica foi influenciada pelas coberturas vegetais nos diferentes agroecossistemas. O manejo sem uso do fogo na área de policultivo proporcionou maior diversidade de artrópodes da fauna edáfica, enquanto que a pastagem apresentou características de degradação com a menor diversidade observada.

ABSTRACT: *The agroecosystems, their vegetables compositions and different ways of handling present on arthropods of soil fauna fundamental elements for its operation, so that the knowledge of these communities is an important tool for sustainable management prospects of Amazonian agroecosystems. In this context, the objective is to assess the diversity of arthropods of soil fauna in agroecosystems with different land uses on family farm property in the eastern Amazon. The evaluations were performed in the city of Marabá-PA. In four agroecosystems (area of polycultivation, forest, pasture and manioc) arthropods of soil fauna were collected by pitfall traps. Six samples depending on regional climatic seasonality were held. They were calculated for the different agro-ecosystems abundance, species richness, and diversity index, dominance, evenness and similarity. 24.564 individuals were captured in the six samples in the four agroecosystems covering 266 morphospecies. The manioc stood out in abundance (13,041) and the pasture had the lowest values for total abundance (3,895). Taxonomic groups Hymenoptera, Coleoptera and Acari covered 94,52% of the total abundance of individuals and the polycultivation area had the highest diversity of soil fauna arthropods, with the Shannon diversity index of 2,93. The diversity of soil fauna was influenced by cover crops in different agro-ecosystems. The use of fire without handling the growing area provided greater diversity of soil fauna arthropods, but the agroecosystem pasture was decay characteristics with the smallest diversity observed.*

Recebido: 27 jul. 2015
Aceito: 01 abr. 2016

1 Introdução

Os artrópodes são responsáveis pela maior parte de fluxo de energia nas florestas tropicais e representam uma das maiores proporções da biomassa animal, atuando nos agroecossistemas como predadores, parasitas, fitófagos, saprófagos, polinizadores, detritívoros (Gullan & Craston, 2008). Estas características tornam os artrópodes organismos importantes para estudos de biodiversidade, especialmente nos trópicos, onde a fauna edáfica do solo tem um fundamental papel na regulação da decomposição e nos processos de ciclagem de nutrientes (Barros et al., 2008). Desta forma, o conhecimento dos efeitos do manejo do solo sobre essas comunidades é de extrema importância.

Os processos em ecossistemas e a estrutura da comunidade biológica são definidos pelas características intrínsecas dos ecossistemas e das espécies (Gullan & Craston, 2008). Neste sentido, a diversidade é componente essencial dos agroecossistemas sustentáveis. Através da diversificação vegetal, por exemplo, é possível compreender o funcionamento do agroecossistema pela elucidação das relações ecológicas que as espécies estão envolvidas (Altieri et al., 2003).

Os agroecossistemas tem em suas composições vegetais e diferentes formas de manejo elementos fundamentais para o entendimento dos processos e funcionamento do agroecossistema. Contudo, a redução na biodiversidade e os efeitos resultantes, afetam suas funções ecológicas importantes, com consequências sobre a produtividade agrícola e a sustentabilidade, devido às perdas das características intrínsecas da auto-regulação proporcionadas pela biodiversidade (Nicholls & Altieri, 2007). Práticas agrícolas como o uso do fogo, tradicional nos agroecossistemas amazônicos eliminam a cobertura do solo e a fonte de alimento de diversas espécies de artrópodes, limitando o número de nichos ecológicos e acarretando em simplificação da cadeia alimentar (Barros et al., 2008). Assim, intensificam-se os efeitos sobre os artrópodes do solo, refletindo sobre a sua densidade e diversidade de espécies, comprometendo a fertilidade e estrutura do solo.

Neste sentido, os artrópodes da fauna edáfica destacam-se como importante bioindicadores de alterações nos agroecossistemas (Correia & Oliveira, 2000; Barros et al., 2003). O estudo da artropodofauna torna-se um subsídio importante para perspectivas de manejo sustentável dos agroecossistemas amazônicos, entendendo-se que o incremento da produção agrícola não pode ser feito em detrimento das complexas inter-relações existentes entre a diversidade biológica e características físico-químicas do solo.

Para a elucidação das relações entre os artrópodes da fauna edáfica e a sustentabilidade dos agroecossistemas, autores tem investigado a biodiversidade de artrópodes edáficos em ambientes agrícolas (Lima et al., 2010; Vargas et al., 2013), especialmente na Amazônia (Barros et al., 2003; Mathieu et al., 2005), revelando que agroecossistemas diversificados favorecem a ocorrência, abundância e diversidade de organismos benéficos, principalmente em decorrência de fatores ecológicos favoráveis, como condições microclimáticas, abrigo e disponibilidade de alimento (Landis et al., 2000; Altieri et al., 2003; Nicholls & Altieri, 2007).

Neste contexto, o objetivo com este trabalho é avaliar a diversidade de artrópodes da fauna edáfica em agroecossistemas com diferentes usos do solo em estabelecimento agrícola familiar na Amazônia Oriental.

2 Material e Métodos

As avaliações foram realizadas no ciclo agrícola 2012-2013 em estabelecimento familiar distante 25 km da sede do município de Marabá, Sudeste do Pará. A área experimental estava localizada em um Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006), e a vegetação da região é marcada pela floresta ombrófila densa coexistindo outros tipos de vegetação de ação antrópica. Em relação ao clima, as temperaturas máxima e mínima são de 32,7 e 23,3 °C, em média, respectivamente, e a umidade relativa do ar situa-se entre 76,9 e 88,4%, em média. Segundo Köppen, o clima da região é classificado como Tropical Chuvoso de Selva Isotérmico (Afi), com temperatura média de 28 °C e precipitação média anual de 1.925,7 mm, com o período chuvoso ocorrendo entre os meses de novembro a abril e a período seco entre maio e outubro.

Para a pesquisa foram selecionados quatro agroecossistemas com distintas coberturas vegetais no estabelecimento agrícola: área de cultivo, floresta, mandiocal e pastagem. Os agroecossistemas apresentavam a seguinte composição:

Área de policultivo- Com cerca de 0,5 ha cultivado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), esta área é explorada pelo agricultor há oito anos com base no manejo dos restos culturais e na rotação de culturas alimentares anuais, tais como arroz (*Oryza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.), maxixe (*Cucumis anguria* L.) e abóbora (*Curcubita máxima* L.), e aração bianual para incorporação do material vegetal remanescente e descompactação do solo, não havendo a prática de calagem, nem adubação nos cultivos.

Floresta - Esta área apresentava cerca de cinco hectares, consistindo de uma área de floresta secundária com mais de 20 anos de conservação, compondo parte da área de reserva legal do estabelecimento agrícola. Apresenta árvores de grande porte e estrutura ecológica estabelecida, com sub-bosque e estratos verticais bem definidos, bem como serapilheira abundante sobre o solo.

Mandiocal - Esta área que apresentava 0,5 ha, trata-se de um remanescente de um cultivo de corte-queima, que foi constituído a partir da derrubada inicial da vegetação secundária de aproximadamente cinco anos de idade, seguido da queima. O plantio da mandioca foi realizado juntamente com feijão-caupi, milho e abóbora. Após a colheita das culturas anuais, a área permaneceu somente com a mandioca, na ausência de tratamentos culturais significativos, de forma que plantas espontâneas se desenvolveram densa e abundantemente.

Pastagem - Esta área apresentava um hectare, onde foi implantada a forrageira braquiarião (*Brachiaria brizantha*) há cerca de 10 anos, após um cultivo de corte-queima. Na área criam-se de forma extensiva, em média, 10 cabeças de gado e anualmente é feito o controle de invasoras por meio da roçagem manual e queima para renovação da pastagem. Não há medidas corretivas do solo ou de adubação mineral.

Os artrópodes foram amostrados com armadilhas de solo tipo alçapão, confeccionadas a partir de garrafas plásticas de

dois litros de capacidade. As garrafas foram cortadas ao meio, utilizando-se a parte superior para funcionar como um funil de 7 cm de diâmetro. Nestas foi acrescentada uma solução de etilenoglicol (etanol 92% e formol 40% na proporção de 70:28:2 e duas gotas de detergente neutro por litro de solução) (Freitas et al., 2004). Uma cobertura de plástico de 25 cm de diâmetro foi colocada sobre as armadilhas para evitar inundação pela chuva e queda de folhas.

Para as amostragens, no centro de cada um dos quatro agroecossistemas foram instaladas quatro armadilhas distribuídas na área 20 m umas das outras em forma de um quadrado, permanecendo em campo durante sete dias, totalizando 16 armadilhas por amostragem. As amostragens foram realizadas em função da sazonalidade climática regional (período seco e chuvoso) no ciclo 2012/2013, nos meses de junho, julho e agosto (período seco) e nos meses de novembro, dezembro e janeiro (período chuvoso), totalizando seis amostragens.

Em laboratório os espécimes coletados foram acondicionados em potes de plástico contendo álcool hidratado a 70%. Posteriormente, os artrópodes foram contabilizados separados nos respectivos grupos taxonômicos e morfoespeciados utilizando-se microscópio estereoscópico com aumento fixado em 40 vezes e chaves dicotômicas para identificação e conservados na reserva técnica da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa em Marabá-PA.

As comunidades dos artrópodes foram analisadas pela definição da abundância (número de indivíduos) e da riqueza de morfoespécies para cada agroecossistema. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Nesta análise, os agroecossistemas foram considerados tratamentos e as amostragens blocos (repetições), sendo as mesmas realizadas com o programa Biostat 5.0.

Para comparação da diversidade de artrópodes da fauna edáfica foram utilizados os índices de diversidade de Shannon, dominância de Simpson, equitabilidade de Pielou e similaridade de Morisita, calculados para cada agroecossistema conforme Magurran (2011), através do software Past 1.92.

O Índice de diversidade de Shannon (H) leva em consideração a riqueza de morfoespécies e sua abundância relativa, sendo definido por: $H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$, onde: $p_i = n_i/N$; n_i = valor de importância de cada grupo; N = total dos valores de importância. O índice de dominância de Simpson (D) captura a variância da distribuição da abundância das espécies, sendo definido por: $D = \sum p_i^2$, onde p_i = proporção de indivíduos na i -ésima espécie. O índice de uniformidade de Pielou (J) é um índice de equitabilidade ou uniformidade, onde a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre os grupos, sendo definido por: $J = H / \log S$, onde: H = Índice de Shannon; S = número de morfoespécies na comunidade. O índice de similaridade de Morisita (C) foi calculado de acordo com a equação: $C_m = 2 \sum (a_i \cdot b_i) / (d_a + d_b) \cdot (N_a \cdot N_b)$, onde: a_i = número de indivíduos da i -ésima espécie em A; b_i = número de indivíduos da i -ésima espécie em B; N_a = número total de indivíduos no local A; N_b = número total de indivíduos no local B; e d_a (e d_b) são calculados da seguinte forma: $d_a = \sum a_i^2 / N_a^2$. Para tal utilizou-se o programa Ecological Methodology 5.2.

3 Resultados e Discussão

O total de 24.564 indivíduos, 266 morfoespécies e 11 grupos taxonômicos foram amostrados nos quatro agroecossistemas estudados (área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem).

O mandiocal destacou-se em abundância de indivíduos e riqueza de morfoespécies (Tabela 1), apresentado um total de 13.041 indivíduos nas seis amostragens abrangendo a maior parte (52,97%) da abundância total observada no estudo. Além disso, neste agroecossistema ocorreram 55,26% (147) das morfoespécies identificadas em todos os agroecossistemas. O agroecossistema pastagem apresentou o menor valor para riqueza de morfoespécies (65), representando 24,43% das morfoespécies identificadas. Os agroecossistemas área de policultivo e floresta divergiram em abundância total, 5.080 e 2.548 indivíduos, respectivamente. Contudo, em relação à riqueza de morfoespécies estes apresentaram valores semelhantes, equivalentes a 43,23 e 43,60% das morfoespécies identificadas, respectivamente.

A fauna edáfica de artrópodes avaliada neste estudo demonstrou a influência do uso do solo e da cobertura vegetal sobre sua abundância de indivíduos, riqueza de morfoespécies, diversidade e composição de táxons nos agroecossistemas. A diferença de riqueza de morfoespécies entre os agroecossistemas, provavelmente, se deve às diferenças na complexidade da vegetação, já que a disponibilidade de micro-habitats é o principal mecanismo de influência da vegetação sobre a fauna edáfica (Landis et al., 2000).

De forma que a complexidade do ambiente influencia na capacidade de suportar um grande número de espécies, impondo restrições a alguns grupos e tendendo a favorecer outros (Moço et al., 2005). Além do mais, estas diferenças refletem a sensibilidade das comunidades de artrópodes frente às alterações na estrutura do solo, umidade e temperatura ao nível microclimático e recursos alimentares, alterando a distribuição dos grupos nos ambientes (Lima et al., 2010).

Os grupos taxonômicos Hymenoptera, Coleoptera e Acari atingiram 94,52% da abundância total de indivíduos, representando 56,5, 19,12 e 18,84% do total capturado, respectivamente (Tabela 1). Os táxons Araneae, Dermaptera, Opiliones e Orthoptera apresentaram valores significativos (348, 208, 51 e 467 indivíduos, respectivamente), dada as importantes funções ecológicas que exercem nos agroecossistemas.

Na Amazônia, utilizando armadilhas de solo Rosário et al. (2014), estudando a entomofauna edáfica associada a reflorestamentos com paricá (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum*) também encontraram maior abundância das ordens de insetos Hymenoptera e Coleoptera. Dentro dos himenópteros amostrados neste estudo houve a maior ocorrência de indivíduos da família Formicidae nos diferentes agroecossistemas, corroborando com os trabalhos realizados por Moço et al. (2005), Santos et al. (2007), e Gonçalves & Pereira (2012). As formigas compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, além disso, elas são altamente ativas no solo, o que facilita a sua coleta (Harada et al., 2013).

O grupo Coleoptera apresentou-se como segundo mais abundante. Os organismos deste grupo apresentam diferentes funções ecológicas nos agroecossistemas, se alimentando

Tabela 1. Abundância total de indivíduos (A) e riqueza de morfoespécies (R) dos diferentes grupos taxonômicos nos agroecossistemas área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem. Marabá-PA, 2013.**Table 1.** Abundance total individuals (A) and species richness (R) of different taxonomic groups in agroecosystems area of policultivation, forest, pasture and cassava cultivation. Marabá, 2013.

Grupos taxonômicos	Área de Policultivo		Floresta		Mandiocal		Pastagem	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Acari	545	1	536	2	1946	2	1602	2
Araneae	198	10	41	5	75	5	34	3
Blattodea	0	0	11	3	8	4	7	2
Coleoptera	1223	28	1150	26	1036	34	1288	20
Dermaptera	32	1	2	2	172	3	2	1
Diptera	49	6	17	2	8	3	0	0
Hemiptera	74	13	42	14	49	12	2	2
Hymenoptera	2767	17	648	24	9633	34	846	14
Isoptera	1	1	2	1	0	0	0	0
Opiliones	16	2	10	2	25	2	0	0
Orthoptera	175	13	89	10	89	8	114	10
Total	5080	115	2548	116	13041	147	3895	65

desde folhas, restos vegetais, a até outros artrópodes (Gullan & Craston, 2008). As comunidades de coleópteros podem sofrer alterações pelo tipo de floresta, estrutura da vegetação, tipo de solo e composição florística (Barbosa et al., 2002), variando em abundância de indivíduos e riqueza de espécies entre os agroecossistemas estudados.

A abundância de artrópodes no mandiocal pode estar ligada a uma característica importante do manejo tradicional de mandiocais na Amazônia, que consiste na manutenção da diversidade vegetal na área por meio das plantas espontâneas. Estas plantas nos agroecossistemas podem fornecer vários recursos importantes para o aumento da abundância de artrópodes da fauna edáfica, especialmente suplementação alimentar (hospedeiros, presas, pólen e néctar), microclima modificado e abrigo (Andow, 1991). Especialmente em um ambiente em recuperação ecológica após distúrbio da implantação da lavoura, onde o processo de recolonização está em pleno desenvolvimento (Landis et al., 2000). Além do mais, o efeito dos resíduos culturais das plantas espontâneas sobre os artrópodes de solo no mandiocal pareceu influenciar a abundância de alguns grupos, fornecendo alimento e abrigo para estes grupos.

O agroecossistema mandiocal apresentou 2.173,5 indivíduos, em média (Figura 1), valor superior aos demais agroecossistemas estudados (Pastagem: $F = 6,901, p < 0,01$; Área de policultivo: $F = 3,797, p < 0,05$; Floresta: $F = 4,983, p < 0,01$). Nos demais agroecossistemas as médias de abundância não diferiram estatisticamente.

Quanto à riqueza de morfoespécies, os agroecossistemas área de policultivo (30,5), floresta (31,5) e mandiocal (38,5) não diferiram estatisticamente. Já o agroecossistema pastagem apresentou a menor média (17,8) diferindo estatisticamente dos demais (Área de policultivo: $F = 2,974, p < 0,05$; Mandiocal: $F = 5,075, p < 0,01$; Floresta: $F = 2,992, p < 0,05$).

A queimada anual das áreas de pastagens tem efeitos negativos sobre a fauna edáfica, pois elimina grande parte dos artrópodes, dificultando as relações ecológicas, além de reduzir fontes de alimento e abrigo induzindo a sobrevivência de poucas espécies mais resistentes (Correia & Oliveira, 2000).

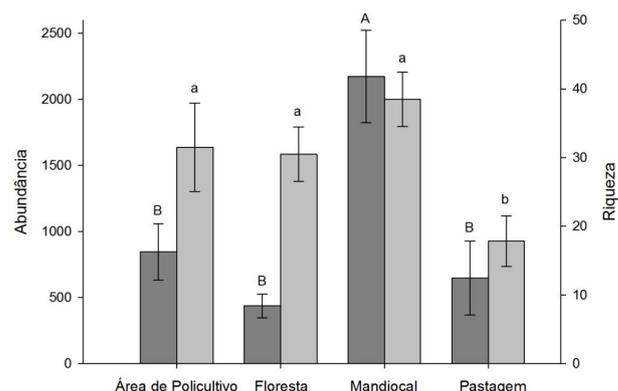


Figura 1. Abundância total de indivíduos (barras escuras) e riqueza de morfoespécies (barras claras) nos agroecossistemas área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem. Barras escuras seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras claras seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Marabá-PA, 2013.

Figure 1. Abundance total individuals (dark bars) and species richness (light bars) in agroecosystems area of policultivation, forest, cassava cultivation and pasture. Dark bars followed the same capital letter are not significantly different by Tukey test ($p \leq 0.05$). Light bars followed by the same lower case letter do not differ significantly by Tukey test ($p \leq 0.05$). Marabá-PA, 2013.

Os resultados corroboram com Nunes et al. (2009), que observaram a diminuição da população edáfica em ambientes em que o uso do fogo era utilizado. Lima et al. (2010) mostraram diminuição na abundância e riqueza de espécies da fauna do solo em área manejada com agricultura de corte e queima em relação a sistemas conservacionistas de manejo do solo.

O agroecossistema área de policultivo apresentou a maior diversidade de artrópodes associados ao solo entre os agroecossistemas estudados, com o índice de Shannon igual a 2,93 (Tabela 2), revelando que nestas comunidades

Tabela 2. Índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (I) e de equitabilidade (J) para artrópodes da fauna edáfica nos agroecossistemas área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem. Marabá-PA, 2013.

Table 2. Shannon diversity index (H), Simpson dominance (I) and evenness (J) for arthropods of soil fauna in agroecosystems area of polycultivation, forest, pasture and cassava cultivation. Marabá, 2013.

Agroecossistemas	Índice de diversidade de Shannon (H)	Índice de dominância de Simpson (I)	Índice de equitabilidade de Pielou (J)
Área de policultivo	2,93 a	0,1132 a	0,6175 a
Floresta	2,66 a	0,1739 a	0,5595 a
Mandiocal	1,989 b	0,3174 a	0,3985 a
Pastagem	1,751 b	0,2793 a	0,4194 a

Valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste t nas colunas.

houve melhor estrutura, isto é, maior diversidade de espécies e densidade populacional. Em segunda posição ficou o agroecossistema floresta (2,66) seguido pelo mandiocal (1,98), porém o agroecossistema pastagem foi que apresentou menor diversidade (1,75).

A maior diversidade do agroecossistema área de policultivo indica que este apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento da fauna edáfica (Lavelle et al., 1994; Correia & Oliveira, 2000). Este fato está ligado ao manejo dos restos culturais realizado pelo agricultor, que não faz uso do fogo na área e a cada dois anos faz a incorporação do material vegetal através de aração mecânica, mantendo condições importantes de recursos alimentares e abrigo no solo para os artrópodes (Lima et al., 2010). Cabe destacar que a queima tem efeitos negativos drásticos sobre as populações edáficas, além da eliminação direta de praticamente todos os animais que vivem na superfície do solo, a eliminação da serapilheira elimina a fonte de alimento e desestrutura o habitat (Mathieu et al., 2005). Sem alimento e sem habitat, a recolonização é lenta e restrita a poucos grupos.

Altos valores dos índices de diversidade e uniformidade para a área de policultivo indicam comunidades mais uniformes, onde a dominância de um ou poucos grupos é diminuída. Desta forma, o fato do agricultor utilizar a área por oito anos com o manejo dos resíduos vegetais, que constituem a principal fonte de alimento e habitat para grande parte das espécies de artrópodes que habitam o solo, tem preservado a estrutura trófica condicionando um maior número de nichos ecológicos e uma complexa rede alimentar, contribuindo para uma menor competição entre as espécies e favorecendo um grande número de grupos funcionais associados (Landis et al., 2000; Barros et al., 2003), apresentando morfoespécies que não ocorreram em outros agroecossistemas que não dispunham deste recurso, como a pastagem.

O agroecossistema pastagem apresentou a menor diversidade dentre todos os sistemas estudados. Ao contrário dos demais agroecossistemas, este apresentava condições de degradação, com solo exposto e compactado por anos de exploração além de sua capacidade, somados a queima sazonal para limpeza, comum no manejo das pastagens da região. Desta forma, a ausência de uma serapilheira estruturada, bem como a diversidade de espécies vegetais proporciona restrições nos grupos taxonômicos que colonizavam o solo nestas condições (Barros et al., 2003; Mathieu et al., 2005).

O mandiocal apresentou o maior índice de dominância de Simpson (0,317), revelando que neste agroecossistema a distribuição da abundância de morfoespécies é dominada por poucas categorias. Por outro lado, a área de policultivo apresenta o menor índice de dominância (0,113) e a equitabilidade de Pielou confirma estes pressupostos, já que o mandiocal apresenta o menor índice (0,398) e a área de policultivo a maior (0,617). A maior dominância apresentada no mandiocal, que se caracteriza por ser um agroecossistema em áreas em estágio sucessional inicial, deve-se aos grupos de artrópodes colonizadores como formigas e ácaros que dominaram as comunidades, o que promove uma forte tendência à diminuição da riqueza, diversidade e equitabilidade (Nicholls & Altieri, 2007). Desta forma, a grande semelhança entre as comunidades de agroecossistemas com manejo conservacionista do solo, como era o caso da área de policultivo e a comunidade da floresta torna-se evidente pelo fato de criar um ambiente de abundância de recursos às espécies.

Os agroecossistemas área de policultivo e mandiocal apresentaram índice de similaridade de Morisita de 0,71 (Tabela 3). Estes agroecossistemas apresentam assembléias semelhantes, devido ambos se apresentarem como ambientes em recolonização após a substituição da vegetação natural (Landis et al., 2000). Contudo, evidencia-se a superioridade da área de policultivo neste processo, já que o manejo conservacionista do solo tem garantido uma maior diversidade.

As assembléias de artrópodes da fauna edáfica nos agroecossistemas floresta e mandiocal apresentou grande disparidade ($C = 0,19$). Isto ocorreu devido aos agroecossistemas apresentarem estágios sucessionais discrepantes. Enquanto o mandiocal se apresenta em estágio inicial na sucessão, com grandes quantidades de grupos de recolonização como as Formigas (Hymenoptera: Formicidae) (Harada et al., 2013), a floresta apresenta diversas morfoespécies que não ocorrem no mandiocal. Provavelmente, estas necessitam de recursos específicos para sobreviver, como o microclima fornecido pelo dossel da floresta.

O agroecossistema pastagem apresentou índices de similaridade 0,60 com a área de policultivo, 0,49 com o mandiocal e 0,85 com a floresta. Esses valores revelam que a simplificada assembléia de artrópodes da pastagem ocorreu em grande parte nos outros agroecossistemas. A leve semelhança entre a composição das assembléias dos artrópodes edáficos entre a área de policultivo e a floresta (0,49) está ligada diretamente a dois fatores. Primeiramente, melhores condições de recursos aos

Tabela 3. Índices de similaridade de Morisita (C) obtidos de artrópodes associados ao solo nos agroecossistemas área de policultivo, floresta, mandiocal e pastagem.

Table 3. Morisita similarity indices (C) obtained from arthropods associated with the soil in the agroecosystems area of cultivation, forest, pasture and cassava cultivation.

Agroecossistemas	Índices de similaridade de Morisita (C)
Área de policultivo × Floresta	0,49
Área de policultivo × Mandiocal	0,71
Área de policultivo × Pastagem	0,60
Floresta × Mandiocal	0,19
Floresta × Pastagem	0,85
Mandiocal × Pastagem	0,49

artrópodes no ambiente manejado, pela manutenção dos restos vegetais no solo, que atua como fonte de alimento e abrigo, condicionando nichos para diferentes espécies (Correia & Oliveira, 2000). E ainda pelo fato destes agroecossistemas serem adjacentes, pode condicionar o trânsito constante de espécies entre os ambientes, resultando em assembléias semelhantes (Altieri et al., 2003). Contudo estudos específicos devem ser realizados na elucidação destes indicativos.

Por fim, percebe-se que os estabelecimentos familiares na Amazônia são especialmente complexos e isto se dá porque sua paisagem é resultado de uma série de fatores ecológicos, sociais e econômicos. Assim, estes resultados revelam que a diversidade da fauna edáfica é influenciada pelas coberturas vegetais nos diferentes agroecossistemas ao longo da paisagem do estabelecimento, expressando as muitas interações ecológicas entre os agroecossistemas, podendo indicar processos de degradação nos mesmos.

Neste sentido, evidenciou-se a degradação biológica das pastagens avaliadas, apresentando baixa diversidade de artrópodes da fauna edáfica. A queima sazonal e o super pastejo foram elementos a se considerar neste processo, onde a diversidade de artrópodes se mostrou importante bioindicadora de manejo insustentável dos agroecossistemas. Por outro lado, encontraram-se indicativos da atuação de mecanismos de resiliência dos agroecossistemas na implantação das áreas de policultivo, especialmente pelo manejo do solo que favoreça os processos ecológicos como a ciclagem de nutrientes e o controle biológico natural pela ausência do uso fogo, subsídio importante para a sustentabilidade dos agroecossistemas amazônicos.

4 Conclusões

A diversidade da fauna edáfica foi influenciada pelas composições vegetais e manejo nos diferentes agroecossistemas. As práticas conservacionistas na área de policultivo proporcionaram maior diversidade de artrópodes da fauna edáfica, enquanto que o agroecossistema pastagem apresentou características de degradação com a menor diversidade observada.

Referências

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas*. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, v. 36, n. 2, p. 561-586, 1991.

BARBOSA, M. G. V.; FONSECA, C. R. V.; HAMMOND, P. M.; STORK, N. E. Diversidade e similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de serapilheira de uma floresta de terra firme da Amazônia Central. *Monografias Terceiro Milênio*, v. 2, n. 1, p. 69-83, 2002.

BARROS, E.; MATHIEU, J.; TAPIA-CORAL S.; NASCIMENTO, A. R. L.; LAVELLE, P. Comunidades da Macrofauna do Solo na Amazônia Brasileira. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Lavras: UFLA, 2008. p. 585-620.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. *Pedobiologia*, v. 47, n. 3, p. 273-280, 2003.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. *Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 46 p.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JR, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALADARES-PADUA, C (Eds). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida*. Curitiba: UFPR, 2004. p. 125-151.

GONÇALVES, M. F.; PEREIRA, J. A. Abundance and diversity of soil arthropods in the olive grove ecosystem. *Journal of Insect Science*, v. 32, n. 2, p. 12-20, 2012.

GULLAN, P. J.; CRASTON, P. S. *Os insetos: um resumo de entomologia*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008. 440 p.

HARADA, A. Y.; FARIAS P. R. S.; LOPES, L. F. C., SILVA, A. G.; BRANDÃO, A. D. S. Avaliação das comunidades de formigas em floresta secundária na Amazônia Oriental. *Comunicata scientiae*, v. 4, n. 2, p. 186-194, 2013.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, D. S.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, v. 45, n. 3, p. 175-201, 2000.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J., (eds). *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. New York: Wiley-SaycePublication, 1994. p. 137-169.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo, em diferentes agroecossistemas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 1, p. 322-331, 2010.

MAGURRAN, A. E. *Medindo a diversidade ecológica*. Tradução de D. M. Vianna. Curitiba: UFPR, 2011.

MATHIEU, J.; ROSSI, J. P.; MORA, P.; LAVELLE, P.; MARTINS, P. F.; ROULAND, C.; GRIMALDI, M. Recovery of Soil Macrofauna Communities after Forest Clearance in Eastern Amazonia, Brazil. *Conservation Biology*, v. 19, n. 2, p. 1598-1605, 2005.

MOÇO, M. K.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 2, p. 555-564, 2005.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o manejo de pragas em agroecossistemas. In: ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; PONTI, L. (Eds). *Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas*. Brasília: MDA, 2007. p. 02-16.

NUNES L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO J. A.; MENEZES R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. *Scientia Agraria*, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2009.

ROSÁRIO, V. S. V.; BATISTA, T. F. V.; PROVENZANO, R.; LEMOS, L. J. U.; SANTOS, J. D. V.; LUNZ, A. M. Edaphic insect fauna associated with reforestation with *Schizolobium parahyba* Barneby in Amazonia. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 57, n. 4, p. 373-381, 2014.

SANTOS, S. A. P.; CABANAS, J. E.; PEREIRA, J. A. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of Soil Biology*, v. 43, n. 3, p. 77-83, 2007.

VARGAS, A. B.; CHAVES, D. A.; ALVES DO VAL, G.; SOUZA, C. G.; FARIAS, R. M.; CARDOZO, C. Diversidade de artrópodes da macrofauna edáfica em diferentes usos da terra em Pinheiral, RJ. *Acta Scientiae e Technicae*, v. 1, n. 2, p. 21-27, 2013.

Contribuição dos autores: Diego de Macedo Rodrigues realizou os experimentos, a revisão bibliográfica e a escrita científica; Luziel Oliveira Ferreira realizou os experimentos e contribuiu na escrita científica; Neilson Rocha da Silva realizou os experimentos e contribuiu na escrita científica; Eguinaldo dos Santos Guimarães realizou os experimentos e contribuiu na escrita científica; Ivan Carlos Fernandes Martins contribuiu com a escrita científica e com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho; Francisco de Assis Oliveira contribuiu com a escrita científica e com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho.

Fonte de financiamento: A CAPES - Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior concedeu bolsa de doutorado ao primeiro autor.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.