

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Mesofauna do Solo em Diferentes Sistemas de Uso da Terra no Alto Rio Solimões, AM

JOSÉ W DE MORAIS¹, VIVIANE DOS S OLIVEIRA¹, CRISTIAN DE S DAMBROS¹, SANDRA C TAPIA-CORAL¹, AGNO N S ACIOLI²

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas em Entomologia, INPA/CPEN, CP 478, 69011-970 Manaus, AM, Brasil; morais@inpa.gov.br

²Univ Federal do Amazonas, Campus Avançado de Benjamin Constant, Rua 1º de Maio s/n, Bairro Colônia, 69.630-000, Benjamin Constant, AM, Brasil

Edited by Paulo R V S Pereira – EMBRAPA

Neotropical Entomology 39(2):145-152 (2010)

Soil Mesofauna in Different Systems of Land Use Soil in Upper River Solimões, AM, Brazil

ABSTRACT - The mesofauna has an important function in the soil and it is represented mainly by Acari Oribatida and Collembola. We report the first data on the density and diversity of the soil mesofauna in Benjamin Constant, Amazonas State, Brazil. The following systems were evaluated: primary forest, secondary forest, agroforestry system, cultivated areas and pastures. A total of 101 samples were collected 100 m apart from each other and specimens were collected by using Berlese-Tullgren method. The highest density was registered in secondary forest (29,776 specimens.m⁻²). Acari Oribatida was the dominant group (7.072 specimens.m⁻²) in the pasture, suggesting that mites show higher capacity of adaptation to disturbed environments and/or due to the presence of gregarious species. The density of Collembola (5,632 specimens.m⁻²) was higher in secondary forest. Formicidae was the dominant group (27,824 specimens.m⁻²) and its highest density occurred in the secondary forest (12,336 specimens.m⁻²). Seven species and ten morphospecies of Isoptera and three species of Symphyla were identified. The highest density and diversity were found in secondary forest. One supposes that the low density of mesofauna found in all of the studied systems is being influenced by soil structure and composition as well as litter volume. For SUT, the composition of taxonomic groups in the cultivated areas is similar to the one found in primary forest, while the groups found in the agroforestry system are similar to those in the pasture, which may help to decide on land use strategies.

KEY WORDS: Soil invertebrate, biodiversity, soil fauna, tropical forest

A fauna de solo é classificada de acordo com o seu tamanho em diferentes grupos: microfauna, <0,2 mm; mesofauna, 0,2-2,0 mm e macrofauna, >2,0 mm (Petersen & Luxton 1982). A mesofauna tem como principal função atuar indiretamente na decomposição da matéria orgânica e, ao que tudo indica, controlar a população de microrganismos (Beck *et al* 1997, Höfer *et al* 2001). Ela é composta basicamente por Acari e Collembola, além de outros grupos presentes em menor abundância, tais como: Palpigradi, Protura, Pauropoda, Diplura, Symphyla, Isoptera, Formicidae, larvas e adultos de alguns Coleoptera e Diptera. Acari e Collembola constituem até 84% ou mais do total de invertebrados de solo de floresta da Amazônia Central (Adis *et al* 1989a, b).

Existem poucas informações sobre a mesofauna de solo em sistemas de uso da terra (SUT) na Amazônia (Dantas 1979, Adis *et al* 1989a, b, Oliveira 1993). Apesar de crescente o número de estudos recentes sobre a mesofauna amazônica (Franklin *et al* 2005, Franklin & Morais 2006, Morais & Franklin 2008), as informações são restritas à Amazônia Central e a fauna do solo continua pouco conhecida em outras

regiões da Amazônia brasileira.

Este trabalho teve por objetivo registrar os primeiros dados sobre a densidade e riqueza da mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra manejados por comunidades ribeirinhas da Amazônia Ocidental e, desta forma, aumentar o conhecimento desses organismos nessa região da Amazônia, ainda totalmente desconhecida. Pretende-se melhor entender os SUT, identificando semelhanças na composição e riqueza de sua mesofauna visando a auxiliar no seu planejamento e uso, além de contribuir na redução de possíveis impactos aos sistemas naturais da Região Amazônica. O estudo fez parte do projeto: "Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity (CSM-BGBD) Fase I", desenvolvido em sete países (Brasil, México, Indonésia, Índia, Uganda, Costa do Marfim e Quênia) e coordenado em nível global pelo Tropical Soil Biology and Fertility Institute do CIAT (TSBF-CIAT). No Brasil, o projeto é coordenado pela Universidade de Lavras (<http://www.unb.br/ib/zoo/biosbrasil>), sob a responsabilidade da Dra. Fátima Maria de Souza Moreira.

Material e Métodos

Local da pesquisa. A área de coleta está localizada na Amazônia Ocidental, região do Alto Rio Solimões, fronteira com Brasil, Peru e Colômbia no município de Benjamin Constant, Oeste do Amazonas (4° 21' e 4° 26' Sul e 69°36' e 70°1' Oeste), distante 1.116 km de Manaus.

O delineamento experimental seguiu o padrão previamente estabelecido no projeto "Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity (CSM-BGBD) Fase I" (Moreira *et al* 2008). Foram demarcadas seis grades de trilhas ou "janelas", nas quais foram estabelecidos 101 pontos de coleta, distantes 100 m um do outro, distribuídos em três comunidades: Guanabara, Benjamin Constant e Nova Aliança. A comunidade de Guanabara foi formada pelas janelas 1 e 2, Nova Aliança 3, 4 e 5 e Benjamin Constant, a janela 6. A área total amostrada foi de aproximadamente 300 m², onde foram identificados cinco sistemas de uso da terra (SUT): floresta primária, floresta secundária, sistema agroflorestal, roça e pastagem (Tabela 1).

Coleta das amostras. Foram coletadas três amostras de solo durante o período chuvoso, em março e abril de 2004, usando uma sonda metálica de 3,5 x 3,5 x 10 cm, a 5 cm de profundidade, em cada ponto identificado no sistema. Cada amostra de solo foi composta por quatro subamostras, coletadas a aproximadamente 1 m uma da outra, perfazendo o total de 12 subamostras em cada ponto.

Os invertebrados foram extraídos do solo utilizando-se do aparelho de Berlese-Tullgren modificado (Franklin & Morais 2006, Karyanto *et al* 2008, Morais & Franklin 2008), e acondicionados em 70% etanol para posterior contagem e classificação.

Tabela 1 Número de pontos onde foram coletadas as amostras da mesofauna, por sistemas de uso da terra e localidades no Alto Rio Solimões, município de Benjamin Constant, AM.

Localidades	Sistemas de uso da terra	Nº pontos coletados
Nova Aliança	Floresta secundária	29
	Roça	10
	Floresta primária	6
	Sistema agroflorestal	3
Guanabara		48
	Floresta secundária	6
	Roça	8
	Floresta primária	14
Benjamin Constant	Sistema agroflorestal	7
		35
	Floresta secundária	5
Benjamin Constant	Pastagem	13
		18
Total de pontos/localidades		101

Os organismos da mesofauna foram classificados em nível taxonômico mais detalhado possível, sendo Isoptera identificado com a chave de identificação proposta por Constantino (1999) e Symphyla com base na chave de identificação de Scheller & Adis (2002).

Classificação dos grupos funcionais. Os invertebrados coletados foram classificados de acordo com o principal hábito alimentar dos indivíduos adultos nos seguintes grupos funcionais: decompositores, predadores e herbívoros.

Ordenação da composição dos grupos da mesofauna e caracterização dos sistemas. Os pontos de coleta foram ordenados a partir dos dados da assembléia de invertebrados da mesofauna via análise de componentes principais (PCA). Dada a baixa amostragem de alguns taxons, foram selecionados apenas os grupos mais abundantes. As análises foram feitas no programa R (R Development Core Team 2008).

Cada local ordenado pelo eixo de PCA foi identificado em relação aos diferentes sistemas de uso da terra: floresta primária, floresta secundária, roça, sistema agroflorestal e pastagem. Essa análise permitiu a identificação da composição de grupos predominantes em cada sistema e a comparação dos sistemas em relação aos grupos.

Também foram realizadas análises de variância (ANOVA), com prévia normalização dos dados em log (x+1) para verificar as diferenças na densidade da mesofauna entre os diferentes SUT, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey com limite de significância em 5%. Essas análises foram feitas no programa Systat 10.5 (Zar 1974).

Resultados

Ordenação e caracterização dos sistemas na composição da assembléia de invertebrados da mesofauna. Na análise de componentes principais, o primeiro eixo de ordenação utilizado explicou 49% da variância dos dados originais, representando a assembléia de forma satisfatória em uma dimensão (Fig 1). A mesofauna encontra-se agrupada principalmente na floresta secundária (Fig 1 e Tabela 2). Situação semelhante foi registrada por Tapia-Coral (comunicação pessoal), para a macrofauna na mesma região do Alto Rio Solimões. A variância explicada em uma dimensão de 49% registrada para a mesofauna é considerada muito elevada, uma vez que, para a macrofauna da mesma região (Tapia-Coral, comunicação pessoal), os resultados das análises de componentes principais revelaram que duas dimensões explicaram 33,5% do total da variância. Segundo a autora, o primeiro eixo de PCA explicou 18,8%, e o segundo eixo explicou 14,7%. As aranhas, diplópodos, chilópodos e as larvas são os organismos que mais se relacionam ao primeiro eixo, enquanto que, o oligoqueto *Righiodrilus* e os gastrópodos são os que mais se relacionam ao segundo eixo de ordenação.

A maior abundância de Acari Oribatida e Collembola ocorreu na pastagem, enquanto que Formicidae foi mais abundante em floresta primária (Fig 1). Coleoptera adultos não se restringiram a nenhum ambiente; porém, a densidade foi baixa e outras técnicas de coleta mais eficientes para esse

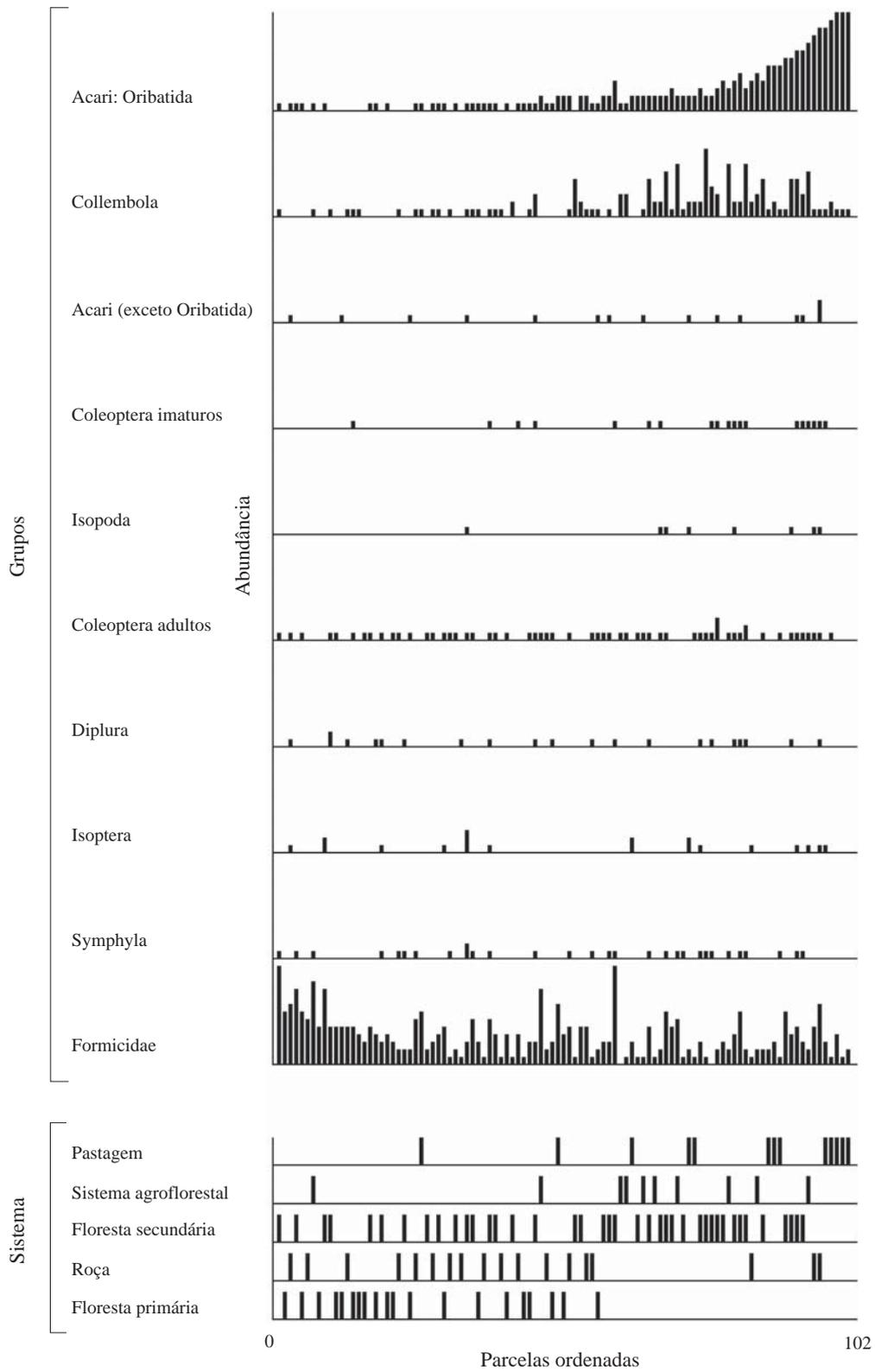


Fig 1 Distribuição dos principais grupos da mesofauna e dos diferentes sistemas de uso da terra na região do Alto Rio Solimões, usando análise de componentes principais (PCA) utilizando o programa R (R Development Core Team, 2008).

Tabela 2 Densidade (ind.m⁻²), erro padrão (entre parêntesis) e percentagem (%) da mesofauna do solo nos diferentes sistemas de uso da terra na região do Alto Rio Solimões, AM.

Grupos Zoológicos	F. Secundária	Pastagem	Roça	Sist. Agr.	F. Primária	Total	%
Acari Oribatida	6464 (26,3)abc	7072 (119,1)ab	2464 (62,3)b	1968 (57,1)a	512 (7,0)b	18480	28,1
Acari não-Oribatida	176 (1,9)	16 (1,2)	224 (11,6)	64 (4,8)	48 (1,3)	528	0,8
Collembola	5632 (27,7)a	784 (14,5)b	528 (7,8)b	2272 (60,6)a	144 (3,0)b	9360	14,2
Isopoda	96 (1,1)	16 (1,2)	32 (1,2)	0,0 (-)	0,0 (-)	144	0,2
Symphyla	752 (3,9)a	16 (1,2)b	128 (3,2)c	128 (8,1)c	0,0 (-)b	1024	1,6
Araneida	176 (1,4)	80 (2,2)	16 (0,9)	80 (3,5)	32 (1,1)	384	0,6
Diplura	464 (4,3)	0 (-)	208 (5,5)	0,0 (-)	32 (1,1)	704	1,1
Neuroptera imaturos	48 (1,2)	0 (-)	16 (0,9)	0,0 (-)	0,0 (-)	64	0,1
Palpigradi	16 (0,4)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	16	0,1
Pseudoscorpionida	80 (1,6)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	16 (0,8)	96	0,1
Hemiptera adultos	464 (2,5)	64 (2,8)	48 (1,5)	80 (3,5)	144 (2,8)	800	1,2
Hemiptera imaturos	16 (0,4)	0,0 (-)	32 (1,23)	0,0 (-)	0,0 (-)	48	0,1
Thysanoptera	32 (0,5)	32 (1,7)	32 (1,8)	0,0 (-)	0,0 (-)	96	0,1
Coleoptera adultos	1040 (5,3b)	64 (2,8)a	320 (5,8)c	144 (5,0)c	288 (3,5)c	1856	2,8
Coleoptera imaturos	416 (2,9)	16 (1,2)	48 (1,5)	64 (4,8)	16 (0,8)	560	0,9
Diptera adultos	464 (2,4)	48 (2,7)	352 (7,0)	384 (14,0)	160 (2,5)	1408	2,1
Hymenoptera	64 (1,3)	0,0 (-)	64 (2,1)	96 (6,4)	0,0 (-)	224	0,3
Microlepidoptera	464 (3,2)	80 (2,3)	256 (4,9)	240 (7,2)	144 (3,0)	1184	1,8
Ephemeroptera	32 (1,0)	16 (1,2)	0,0 (-)	16 (1,6)	0,0 (-)	64	0,1
Formicidae	12336 (41,4)	2656 (51,1)	4560 (46,6)	2656 (95,9)	5616 (27,7)	27824	42,2
Isoptera	544 (7,2)	272 (13,8)	80 (2,6)	80 (8,0)	16(1,0)	992	1,5
Total	29776	11232	9408	8272	7168	65856	100

F. = floresta; Sist. Agr. = Sistema agroflorestal. As letras diferentes nas linhas indicam as diferenças significativas entre os sistemas a 0,5%.

grupo poderiam ser empregadas. Quanto aos demais grupos utilizados na análise, não foi possível avaliar a presença de um padrão de distribuição mais definido devido à sua baixa amostragem.

Foi registrada para a floresta secundária uma grande variação na composição de grupos de local para local, sendo que alguns pontos foram semelhantes a pastagem e outros a floresta primária. Isso pode ser atribuído aos diferentes estágios de regeneração da capoeira na região. No sistema agroflorestal e na roça foram registradas características opostas, sendo que na maioria dos locais a roça foi semelhante a floresta primária, enquanto que o sistema agroflorestal foi semelhante a pastagem. Dessa forma, há um gradiente de composição dos grupos ao longo dos sistemas de floresta primária a pastagem (Fig 1).

Acari Oribatida foram mais abundantes na floresta secundária e pastagem, enquanto que Collembola foram mais abundantes em floresta secundária. Esses grupos foram similares no sistema agroflorestal e na pastagem. As formigas foram agrupadas principalmente em floresta secundária e bastante similar em roça e floresta primária. Coleoptera adultos e Symphyla foram bem agrupados em todos os sistemas. Sendo *Symphylella adisi* Scheller

(Symphyla), agrupado em floresta secundária, e *Hanseniella arborea* Scheller (Symphyla), em floresta secundária, sistema agroflorestal, roça e floresta primária. Isoptera, embora tenha apresentado baixa densidade, contou com *Anoplotermes* sp. em todos os SUT, enquanto *Nasutitermes* sp. foi registrado em floresta secundária, roça e pastagem (Fig 1 e Tabela 3).

Densidade e diversidade da mesofauna nos diferentes sistemas de uso da terra. Dentre os diferentes sistemas de uso da terra, a maior densidade de organismos foi encontrada em floresta secundária, seguida por pastagem, roça, sistema agroflorestal e floresta primária (Tabela 2).

Os grupos dominantes foram: Formicidae, Acari Oribatida e Collembola. Exceto em pastagem, onde o grupo dominante foi Acari Oribatida ($F = 10,788$; $P < 0,001$), as formigas foram dominantes em todos os outros sistemas, porém, sem diferenças significativas entre eles (Tabela 2). A densidade de Collembola foi maior na floresta secundária do que nos outros sistemas de uso da terra ($F = 7,64$; $P < 0,001$).

Outros grupos que são abundantes em solos tropicais foram coletados em menor densidade no Alto Rio Solimões. Pseudoscorpiones, por exemplo, apresentaram maior abundância (0,3%) em floresta secundária. Ainda nesse

Tabela 3 Espécies e morfoespécies de cupins extraídos do solo com aparelho de Berlese-Tullgren, em diferentes sistemas de uso da terra na região do Alto Rio Solimões, AM, coletadas no período do março a abril/2004.

Sistemas	Espécies	Número de morfoespécies
Floresta primária	<i>Cylindrotermes parvignathus</i> Emerson	<i>Anoplotermes</i> (3)
	<i>Embiratermes parvirostris</i> Constantino	<i>Heterotermes</i> (1)
	<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	<i>Neocapritermes</i> (1)
Floresta secundária	<i>Coptotermes testaceus</i> (L.)	<i>Anoplotermes</i> (3)
	<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	<i>Nasutitermes</i> (3)
	<i>Syntermes molestus</i> (Burmeister)	<i>Neocapritermes</i> (1)
	<i>Syntermes territus</i> Emerson	<i>Syntermes</i> (1)
		<i>Velocitermes</i> (1)
Sistema Agroflorestal	<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	<i>Anoplotermes</i> (1)
		<i>Anoplotermes</i> (2)
Roça	<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	<i>Anoplotermes</i> (2)
	<i>Rhinotermes hispidus</i> Emerson	<i>Heterotermes</i> (1)
		<i>Nasutitermes</i> (2)
		<i>Neocapritermes</i> (1)
Pastagem	<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	<i>Anoplotermes</i> (2)
		<i>Nasutitermes</i> (1)

mesmo ambiente, a densidade de larvas ($F = 2,154$; $P < 0,001$) e coleópteros adultos ($F = 2,610$; $P < 0,05$), foi superior em floresta secundária, quando comparada aos outros SUT.

Quanto ao número de grupos encontrados, registramos maior diversidade em floresta secundária (21 grupos), seguido por roça (18 grupos), pastagem (15 grupos) sistema agroflorestal (14 grupos) e floresta primária (13 grupos) (Tabela 2).

Foram identificadas sete espécies e 10 morfoespécies de Isoptera e a maior densidade ocorreu na floresta secundária e em pastagem, enquanto que a maior diversidade ocorreu em floresta secundária, seguida por floresta primária e roça. (Tabela 3).

Diplura foi mais abundante em floresta secundária quando comparada aos outros sistemas ($F = 3,184$; $P < 0,05$), sendo Projapygidae os de maior densidade (464 ind.m^{-2}) (Tabela 2). Os Japygidae foram capturados somente em capoeira (64 ind.m^{-2}) e roça (48 ind.m^{-2}) e Campodeidae em floresta secundária (32 ind.m^{-2}) e em roça (16 ind.m^{-2}) (Tabela 2).

Symphyla foi mais abundante em floresta secundária que nos outros sistemas ($F = 5,997$; $P < 0,001$). Os estágios de desenvolvimento predominantes foram: juvenis com 10 pares de pernas (352 ind.m^{-2}), adultos (176 ind.m^{-2}) e subadultos (112 ind.m^{-2}). O número de espécies também foi maior em floresta secundária, sistema agroflorestal e roça (Tabela 2). Foram identificadas três espécies de Symphyla: *H. arborea* (Scutigerebellidae), *H. orientalis* (Hansen) (Scutigerebellidae) e *S. adisi* (Scolopendrellidae). *Symphylella adisi* foi a espécie mais abundante (432 ind.m^{-2}), apresentando maior densidade em floresta secundária (336 ind.m^{-2}). *Hanseniella arborea* (336 ind.m^{-2}) foi mais abundante em floresta secundária (256 ind.m^{-2}) e *H. orientalis* foi a espécie coletada em menor densidade (112 ind.m^{-2}), com 48 ind.m^{-2} em floresta secundária.

Grupos funcionais. Os decompositores foram representados principalmente por Acari Oribatida, Collembola, Isopoda e Symphyla. Os predadores representados por Pseudoscorpiones, Acari não-Oribatida, Araneae e Japygidae (Diplura) e os herbívoros representados por adultos e imaturos de Hemiptera e Thysanoptera.

A densidade de decompositores ($29.712 \text{ ind.m}^{-2}$) foi superior à de predadores (1.072 ind.m^{-2}) e herbívoros (896 ind.m^{-2}) em todos os sistemas. A abundância de decompositores foi maior em floresta secundária ($F = 17,281$; $P < 0,001$) do que em outros sistemas de uso da terra.

Discussão

Principais grupos da mesofauna nos sistemas de uso da terra (SUT). A mesofauna desempenha papel importante no solo e exerce controle na população de microrganismos (Beck *et al* 1997). Ela contribui indiretamente na decomposição da matéria orgânica pela ação de grupos, isoladamente ou em associação com outros organismos tais como fungos, por exemplo (Rihani *et al* 1995). Os grupos que desempenham melhor essa função são Acari Oribatida e Collembola, dominantes em quase todos os tipos de solo (Franklin *et al* 2001, Franklin & Morais 2006). Essa dominância também foi constatada na região do Alto Rio Solimões, em todos os sistemas de uso da terra amostrados.

A maior abundância de Acari Oribatida registrada no sistema de pastagem, provavelmente deveu-se à capacidade de algumas espécies de se adaptarem mais facilmente a ambientes alterados. Acari Oribatida já foram relatados em alta concentração em áreas com condições climáticas adversas (Ribeiro & Schubart 1989, Franklin *et al* 1997) e em áreas de pastagem na Amazônia (Dantas 1979, Oliveira 1993). Entretanto, a maior abundância de Acari Oribatida não

influencia os processos de decomposição e embora sejam os mais abundantes componentes da mesofauna, não são os mais importantes agentes de fragmentação do folhedo (Franklin *et al* 1996, 2004).

Os colêmbolos são importantes como bioindicadores do solo devido a sua sensibilidade ao estresse ambiental, principalmente acidez do solo e composição química (Sautter *et al* 1994, Ponge *et al* 2003). Estudos com *Collembola* como bioindicadores revelaram que a presença de cobertura verde, matéria orgânica em decomposição e sistema radicular influenciaram o aumento da sua população (Sautter & Santos 1991). A sua atividade ajuda na reabilitação da superfície do solo (Langmaack *et al* 2001). Os resultados aqui obtidos registraram distribuição mais homogênea de colêmbolos na floresta secundária e mais semelhante entre os sistemas agroflorestal e pastagem (Fig 1 e Tabela 2).

Entre as quatro famílias de Isoptera existentes no Brasil, foram coletadas apenas Termitidae em floresta primária e secundária e Rhinotermitidae em todos os sistemas. A maior diversidade ocorreu em floresta secundária (13 espécies e nove morfoespécies) seguida por floresta primária (três espécies e cinco morfoespécies) e roça (duas espécies e seis morfoespécies) (Tabela 3). *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Rhinotermitidae) é uma espécie comum na Amazônia, que danifica cercas de quintais e raízes de plantas que apodrecem depois de certo tempo (Bandeira 1998). Possivelmente por apresentarem esse hábito, a espécie foi coletada em todos os SUT. *Coptotermes testaceus* (L.) (Rhinotermitidae) é uma importante praga urbana, bastante comum no solo, vive em ambientes mais úmidos e constrói seus ninhos abaixo da superfície do solo (Bandeira 1998), sendo registrada somente em floresta secundária. *Nasutitermes* (Termitidae) é o gênero mais abundante e com maior número de espécies na Amazônia. Algumas espécies vivem na madeira em decomposição ou são húmivoras, podendo ser também abundantes em floresta primária de terra firme e de várzea (Constantino 1992), mas a maioria constrói ninhos arborícolas. Foram identificadas três morfoespécies em floresta secundária, duas em roça, uma em pastagem, mas nenhuma foi coletada em floresta primária e sistema agroflorestal.

Coptotermes, *Heterotermes* (Rhinotermitidae) e *Nasutitermes* são as principais pragas das plantas cultivadas na Amazônia brasileira e causam também danos em estruturas de madeira na área rural (Bandeira 1998). Essas espécies foram encontradas na maioria dos sistemas de uso da terra cujo habitat proporciona condições favoráveis à sua adaptação.

As espécies encontradas em pastagens no Alto Rio Solimões foram *H. tenuis*, *Anoplotermes* sp.3 e *Nasutitermes* sp.1, diferentes das espécies comumente encontradas em outras regiões do país, como por exemplo, *Syntermes* e *Cornitermes* (Fontes 1998).

Pseudoscorpiones, Coleoptera adultos, Symphyla e Diplura representaram menos que 5% do total da fauna coletada nos sistemas do Alto Rio Solimões. A maior densidade de Pseudoscorpiones foi observada em floresta secundária, seguida de floresta primária, provavelmente devido à maior abundância de Acari e *Collembola*, dos quais eles se alimentam. Mais de 60 espécies já foram identificadas em outros tipos de floresta da Amazônia (Adis & Mahnert

1990, Morais *et al* 1997a), provavelmente devido ao método mais eficiente de captura (Kempson *et al* 1963) utilizado por esses autores (Morais *et al* 1997).

Larvas e adultos de coleópteros são comuns no solo e a família mais abundante neste estudo foi Staphylinidae, bastante comum em solos da Amazônia, juntamente com Pselaphidae, Scydmaenidae e Ptiliidae. Essas famílias já foram registradas nos mais diversos tipos de floresta da Amazônia (Rodrigues 1992)

Os Symphyla vivem preferencialmente nos primeiros 14 cm de profundidade do solo (Adis *et al* 1996, 1997). A maior densidade e diversidade foram registradas em floresta secundária. A baixa densidade nos outros SUT pode ser atribuída à capacidade de migração de algumas espécies de Symphyla para as camadas inferiores do solo (Scheller & Adis 2002), uma vez que as coletas foram realizadas a 5 cm de profundidade. Essa migração vertical pode ser uma resposta à temperatura e umidade (Edwards 1961) ou mesmo à facilidade proporcionada pelo tamanho de algumas espécies, permitindo o seu deslocamento para as camadas inferiores do solo. É provável que na área em estudo essa migração tenha ocorrido principalmente em razão do tamanho de cada espécie. A espécie encontrada em maior densidade foi *S. adisi*, espécie com menos de 1,5 mm de comprimento. Segundo Adis *et al* (1996), *S. adisi* vive preferencialmente de 3,5 cm a 14 cm de profundidade no solo e esse deslocamento para as camadas mais profundas pode ser a razão de sua ausência ou menor densidade nos outros SUT.

Além de *S. adisi*, foram coletadas, em menor densidade, *H. arborea* e *H. orientalis*. *Hanseniella arborea* foi coletada em todos os sistemas, exceto em pastagem, e sua maior densidade foi na camada superior do solo (0-3,5 cm). Isso foi comprovado em outras áreas não inundáveis da Amazônia Central (Morais 1995, Adis *et al* 1996), onde *H. arborea* é considerada hemiedáfica, pois vive na camada superficial, 0-3,5 cm de profundidade. *Hanseniella orientalis* não foi coletada em pastagem e em floresta primária na região em estudo do Alto Rio Solimões, mas há registros na Amazônia Central de sua presença em área de pastagem e em cavernas (Scheller 1986, Adis & Scheller 2004).

Estudos anteriores, realizados em áreas com pouca quantidade de serrapilheira revelaram que grupos mais sensíveis não estão presentes no solo (Adis 1981). Em solos de áreas inundáveis por água mista na Amazônia Central, cuja quantidade de serrapilheira é inferior a solos de várzea e igapó, não foram coletados: Projapygidae, Campodeidae (Diplura), Rinculei e Protura. Segundo Adis (1981), esses grupos não se adaptaram a um ambiente mais instável. Na área de coleta deste estudo também não foram capturados Protura, Pauropoda e Palpigradi. Esses resultados sugerem que alguns fatores de solo, tais como condições físico-químicas e de matéria orgânica no solo precisam ser avaliadas para se entender a ausência ou a baixa densidade dos grupos registrada na região do Alto Rio Solimões.

Em relação aos SUT, este estudo mostrou que sistemas tipo roça podem manter um *pool* de organismos semelhantes ao da floresta primária, da mesma forma que o sistema agroflorestal apresenta composição mais semelhante à da pastagem. DeFries *et al* (2004) citam a importância de estudos que revelem as mudanças ambientais causadas pela forma

de uso da terra. Foley *et al* (2005) também mostram que é necessário que a produção esteja associada com planejamentos que considerem a manutenção de serviços básicos fornecidos pelos ecossistemas naturais. Os resultados obtidos neste trabalho podem auxiliar na escolha do uso da terra em sistemas produtivos de forma a preservar a composição de organismos semelhante ao encontrado nos sistemas naturais.

Ambientes naturais fornecem muitos serviços ecológicos importantes, como controle de doenças, controle de pragas e manutenção do clima. As diferentes formas de uso da terra acarretam mudanças em diversos organismos. Assim, o uso da terra deve estar associado à manutenção de condições semelhantes às naturais. Neste estudo, foi observado que sistemas agroflorestais podem manter condições que se assemelham às pastagens para alguns grupos. De maneira semelhante, a roça é um ambiente que mantém as condições favoráveis para organismos que habitam a floresta primária.

Agradecimentos

À equipe de apoio para coleta das amostras de solo: Francisco Felipe Xavier (técnico do INPA/CPEN); aos técnicos do projeto, Helson e Andson, em Benjamin Constant, AM; ao Projeto Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity (CSM-BGBD), coordenado pelo Tropical Soil Biology and Fertility Institute of CIAT (TSBF-CIAT), com apoio financeiro do Global Environmental Facility (GEF) e implementação do United Nations Environmental Program (UNEP), coordenado no Brasil pela Dra F M S Moreira (UFLA, Lavras, MG) e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA/Coordenação de Pesquisas em Entomologia-CPEN, pelo apoio logístico.

Referências

- Adis J (1981) Comparative ecological studies of the terrestrial arthropod fauna in Central Amazonian inundation-forests. *Amazoniana*, Kiel 7: 87-173.
- Adis J (2002) (ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia-Moscow, Pensoft, 590p.
- Adis J, Mahnert V (1990) On the species composition of pseudoscorpiones (Arachnida) from Amazonian dryland and inundation forest in Brazil. *Rev Suisse Zool* 97: 49-53.
- Adis J, Morais J W de, Scheller U (1996) On abundance, phenology and natural history of Symphyla from a mixedwater inundation forest in Central Amazonia, Brazil. *Acta Myriapodologica. Mem Mus Natl Hist Nat* 169: 607-616.
- Adis J, Morais J W de, Ribeiro E F, Ribeiro J C (1989a) Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarana forest during the rainy season. *Stud Neotrop Fauna Environ* 24: 193-200.
- Adis J, Ribeiro E F, Morais J W de, Cavalcante E T S (1989b) Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarana forest during the dry season. *Stud Neotrop Fauna Environ* 24: 201-211.
- Adis J, Scheller U (1984) On the natural history and ecology of *Hanseniella arborea* (Myriapoda, Symphyla, Scutigereidae), a migrating symphylan from an Amazonian black-water inundation forest. *Pedobiologia* 27: 34-41.
- Adis J, Scheller U, Morais J W de, Rochus C, Rodrigues J M G (1997) Symphyla from Amazonian non-flooded upland forests and their adaptations to inundation forests. *Entomol Scand Suppl* 51: 307-317.
- Bandeira A G (1998) Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira, p.87-98. In Fontes L R, Berti Filho E (eds) *Cupins. O Desafio do conhecimento*. Piracicaba, FEALQ, 512p
- Beck L, Höfer H, Martius C, Römbke J, Verhaagh M (1997). *Bodenbiologie tropischer Regenwälder. Geographischer Rundschau* 1: 24-31.
- Constantino R (1992) Abundance and diversity of Termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica* 24: 420-430.
- Constantino R (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Pap Avulsos Zool (São Paulo)* 40: 387-448.
- Dantas M (1979) Pastagens da Amazônia Central: ecologia e fauna de solo. *Acta Amazônica Supl* 9: 54p.
- DeFries S R, Foley J A, Asner G P (2004) Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. *Ecol Soc Am* 2: 249-257.
- Edwards C A (1961) The ecology of Symphyla. Part IIIp. Factors controlling soil distributions. *Entomol Exp Appl* 4: 239-256.
- Foley J A, Defries R, Asner G P, Barford C, Bonan G, Carpenter S R, Chapin F S, Coe M T, Daily G C, Gibbs H K, Helkowski J H, Holloway T, Howard E A, Kucharik C J, Manfreda C, Patz J A, Prentice I C, Ramankutty N, Snyder P K. (2005). *Glob consequences of land use science* 309: 570-574.
- Fontes L R (1998) Cupins nas pastagens do Brasil: algumas indicações de controle, p.211-225. In Fontes L R, Berti Filho E (eds) *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Franklin E N, Adis J, Woas S (1997) The Oribatid mtes, p.331-349. In Junk J (ed) *Central Amazon River floodplains: ecology of a pulsing systems*. Berlin, Heidelberg, Spring-Verlag, 453p.
- Franklin E N, Hayek T, Fagundes E P, Silva L L (2004) Contribuição dos ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) para a dinâmica de decomposição de folhas de serrapilheira em floresta primária, floresta secundária e policultivo na Amazônia Central. *Braz J Biol* 64: 59-72.
- Franklin E N, Magnusson W.E, Luizão F J (2005) Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrate communities in an Amazonian savanna. *Appl Soil Ecol* 29: 259-273.
- Franklin E, Morais J W de (2006) Soil mesofauna in Central Amazon, p.142-162. In Moreira F M S, Siqueira J Q, Brussaard L (eds) *Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems*. Oxfordshire, CABI Publishing, 280p.

- Franklin E N, Morais J W de, Santos E M R (2001) Density and biomass of Acari and Collembola in primary forest, secondary regrowth and polycultures in Central Amazonia. *Andrias* 15: 141-154.
- Franklin E N, Schubart H O R, Adis J (1996) Ácaros (Acari: Oribatida) edáficos de duas florestas inundáveis da Amazônia Central: distribuição vertical, abundância e recolonização do solo após a inundação. *Rev Bras Biol* 57: 501-520.
- Höfer H, Hanagarth W, Garcia W, Martius C, Franklin E, Römbke J, Beck L (2001) Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *Eur J Soil Biol* 37: 229-235.
- Karyanto A, Rabmadi C, Franklin E, Susilo F-X, Morais J W de (2008) Soil Collembola, Acari and other mesofauna - the Berlese method, p. 85-95. In Moreira F M S, Huising E J, Bignell D E (eds), *A handbook of tropical soil biology: sampling & characterization of below-ground biodiversity*. Earthscan publishing for a sustainable future. London-Sterling, VA, 218p.
- Kempson K, Lloyd M, Ghelardi R (1963) A new extractor for woodland litter. *Pedobiologia* 3: 1-21.
- Langmaack M., Schrader S, Helming K (2001) Effect of mesofaunal activity on the rehabilitation of sealed surfaces. *Appl Soil Ecol* 16: 121-130.
- Morais J W de, Adis J, Mahnert V, Berti Filho E (1997a) On abundance phenology of Pseudoscorpiones (Arachnida) from mixedwater inundation forest in Central Amazonian, Brazil. *Verh Suisse Zool* 104: 475-483.
- Morais J W de, Franklin (2008) Mesofauna do solo na Amazônia Central Amazon, p.372-408. In Moreira F M S, Siqueira J Q, Brussaard L (eds) *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Editora UFPA, Lavras, 768p.
- Moreira F M S, Huising E J, Bignell D E (2008) (ed). *A handbook of tropical soil biology. sampling & characterization of below-ground biodiversity*. Earthscan. London, Sterling, VA, 218p.
- Oliveira E P (1993) Influência de diferentes sistemas de cultivos na densidade populacional de invertebrados terrestres em solo de várzea da Amazônia Central. *Amazoniana* XII: 495-508.
- Petersen H, Luxton M (1982) A survey of the main animal taxa of detritus food web. *Oikos* 39: 293-294.
- Ponge J F, Gillet S, Dubs F, Fedoroff E, Haese L, Souza J P, Lavelle P (2003). Collembolan communities as bioindicators of kind use intensification. *Soil Biol Biochem* 35: 813-826
- R Development Core Team (2008) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- Ribeiro E F, Schubart H O R (1989) Oribatídeos (Acari: Oribatida) colonizadores de folhas em decomposição sobre o solo de três sítios florestais da Amazônia Central. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Ser Zool* 5: 243-276.
- Rihani M, Cancela da Fonseca J P, Kiffer E (1995). Decomposition of beech leaf litter by microflora and mesofauna. II food preferences and action of oribatid mites on different substrates. *Eur J Biol* 31: 67-79.
- Rodrigues J M G (1992) Abundância e distribuição vertical de coleópteros do solo em capoeira de terra firme na região de Manaus - AM, Brasil. *Acta Amazônica* 22: 323-333.
- Sautter K D, Santos H R dos (1991) Recuperação de solos degradados pela mineração de xisto, tendo como bioindicadores insetos da ordem Collembola. *Rev Set Ciênc Agr* 11: 85-91.
- Sautter K D, Ushiwata C T, Kobiyama M, Machado G E, Santos H R dos (1994) Influência do lodo de esgoto doméstico sobre a mesofauna edáfica. *Rev Set Ciênc Agr* 13: 199-203.
- Scheller U (1986) Symphyla from the United States and México. *Tex Mem Mus Speleol Monogr* 1: 87-125.
- Scheller U, Adis J (2002) Symphyla, p.547-554. In J Adis (ed) *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia-Moscow, Pensoft, Publishing, 590p.
- Woas S (2002) Acari, p.21-291. In J. Adis (ed) *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia-Moscow, Pensoft Publishing, 590p.
- Zar J H (1974) *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, 718p.

Received 07/XI/06. Accepted 17/III/10.