

# MACROFAUNA DA LITEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SOBRE PASTAGENS ABANDONADAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Sandra C. TAPIA-CORAL<sup>1</sup>, Flávio J. LUIZÃO<sup>1</sup>, Elisa V. WANDELLI<sup>2</sup>

**RESUMO** — As densidades (ind/m<sup>2</sup>) e biomassas (mg/m<sup>2</sup>) de grupos selecionados da macrofauna da liteira (isópodos, diplópodos e cupins) foram estudadas sob diferentes sistemas agroflorestais (SAFs) implantados em áreas de pastagens degradadas e abandonadas na Amazônia central. O estudo foi feito na Estação de Pesquisa Agroflorestal da EMBRAPA/CPAA, 70 km ao norte de Manaus, usando-se três blocos ao acaso, com cinco tratamentos, em quinze parcelas de 3000 m<sup>2</sup>; cada bloco tinha quatro diferentes tipos de SAFs e uma capoeira (CAP), usada como controle, onde se manteve a regeneração natural existente. Os SAFs eram dois sistemas agrossilviculturais, um com base em palmeiras e outro mais diversificado, denominado multiestrato, e dois sistemas agrossilvipastoris, de altos e baixos insumos. Em cada parcela, foram coletadas 50 amostras da macrofauna da liteira, usando-se um quadro de madeira de 50 x 50 cm, nas estações chuvosa e seca. A densidade e biomassa da macrofauna foram maiores no SAF mais diversificado (multiestrato) e geralmente maiores sob liteiras de cupuaçu e palmeiras, destacando-se o grupo dos isópodos com as maiores densidades e biomassas, seguido pelos diplópodos, nos SAFs, e pelos cupins, na capoeira. Todos os SAFs apresentaram maiores densidades e biomassas da macrofauna do que a capoeira, indicando a formação de micro-sítios favoráveis à sua ação, devido à melhor qualidade da liteira produzida e/ou da abundância localizada de liteiras de menor qualidade produzida pelas diversas espécies plantadas. Os resultados sugerem a melhoria do funcionamento dos processos de reciclagem no solo e, assim, das perspectivas de sustentabilidade da produção.

**Palavras chaves:** macrofauna da liteira, biomassa de invertebrados, sistemas agroflorestais

**Litter-Layer Macrofauna in Agroforestry Systems on Abandoned Pastures in Central Amazonia**

**ABSTRACT** — The densities (ind/m<sup>2</sup>) and biomasses (mg/m<sup>2</sup>) of selected groups of the macrofauna in the litter layer (Isopoda, Diplopoda and Isoptera) under different agroforestry systems (SAFs) planted in areas of degraded and abandoned pastures in central Amazonia, were investigated. The study was carried out at the Agroforestry Research Station of EMBRAPA/CPAA, located 70 km north of Manaus, using three blocks with five treatments at random in fifteen plots of 3000 m<sup>2</sup>; each block had four different types of SAFs and a second-growth area (CAP), used as control, where existing natural regeneration was allowed to grow. Of the two agrosilvicultural systems, one was based on palm trees and the other more diversified, so-called multistrata; and of the two agrossilvipastoral systems, one had high and the other low inputs of fertilizer. In each plot, 50 samples of litter macrofauna were collected, using a 50 x 50 cm wooden frame, in the rainy and dry seasons. The density and biomass of the litter macrofauna were higher in the most diversified SAF (multistrata), and generally higher under "cupuaçu" and palm tree litters. Isopoda had the highest densities and biomasses, followed by Diplopoda in the SAFs and by termites in the second growth. All SAFs presented macrofauna densities and biomasses higher than the second growth, indicating the creation of favorable habitats, due to either a higher quality of the litter produced or a higher abundance of localized litter of lower quality. The results suggest an improved functioning of the nutrient recycling processes in the soil, and sustainable productivity prospects of the agroforestry systems, especially the most diversified ones.

**Key-words:** litter macrofauna, invertebrate biomass, agroforestry systems.

<sup>1</sup> Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Caixa Postal 478, 69011-970 Manaus, AM. E-mail: fluizao@inpa.gov.br <sup>2</sup>CPAA/EMBRAPA, Manaus, AM.

## INTRODUÇÃO

Nos sistemas florestais nativos, a superfície do solo está geralmente coberta por detritos orgânicos, principalmente de origem vegetal, coletivamente chamados de *liteira* (Marino *et al.*, 1980). Esta representa uma fonte de energia e de nutrientes para toda uma comunidade de organismos que realiza sua decomposição, liberando os nutrientes minerais e transformando em húmus as substâncias orgânicas mais refratárias à decomposição (Anderson & Swift, 1983). A diversidade e abundância das comunidades de macroinvertebrados do solo e da liteira e a relativa importância de grupos principais desta fauna podem ser usadas como indicadores da qualidade do solo (Stork & Eggleton, 1992). Entre os fatores biológicos que controlam e diferenciam sazonalmente a decomposição e/ou remoção da liteira sobre o solo, destacam-se a penetração das raízes finas superficiais no material em decomposição e a atividade de remoção dos macro-artrópodos do solo e da liteira, especialmente dos cupins ou térmitas (Luizão & Schubart, 1987; Luizão, 1995), os quais têm sido considerados, junto com as formigas, como os grupos de maior biomassa da fauna do solo na Amazônia central (Fittkau & Klinge 1973; Bandeira & Harada, 1991, 1998). No entanto, outros grupos de macroinvertebrados que habitam a liteira e a camada superficial do solo podem ter uma importância e biomassa superiores às que lhes têm sido atribuídas; este parece ser o caso dos diplópodos e dos isópodos na

Amazônia central (Harada & Bandeira, 1994; Ribeiro, 1994; Luizão, 1995). Os diplópodos, conhecidos como “milípedes” ou “embuás”, são detritívoros terrestres e eventualmente decompositores de folhas de liteira (Hopkin & Read, 1992) e de outros materiais, incluindo as fezes de mamíferos herbívoros (Dindal, 1990). Os isópodos, conhecidos como “piolhos de madeira” ou “tatuzinhos”, são crustáceos terrestres e estão também entre os principais decompositores da matéria orgânica, sendo conhecidos como cavadores de solos geralmente encontrados em florestas primárias (Muchmore, 1990).

Além do metabolismo químico, os organismos têm um papel mecânico no ciclo de nutrientes: perfuram o solo, madeiras vivas e mortas, cortam e raspam folhas e, assim, multiplicam as superfícies para o ataque dos microrganismos decompositores e patogênicos sobre a matéria orgânica (Walker & Franken, 1983).

A população dos artrópodos do solo da floresta é perturbada pela derrubada da floresta seguida pela queima da vegetação, que é uma forma comum de preparo da área, tanto para agricultura como para pecuária, na Amazônia brasileira. Isto provoca a morte de grande quantidade de animais do solo, alterando deste modo a diversidade faunística da área (Oliveira & Franklin, 1993; Lavelle *et al.*, 1995); no entanto, a biomassa vegetal que não foi queimada, principalmente os grandes troncos, mantém áreas com menor perturbação que funcionam como refúgios temporários para a fauna do solo (Teixeira & Schubart, 1988; Oliveira & Franklin, 1993).

Comparações entre a floresta natural e áreas de pastagens mostraram que a crescente compactação do solo, causada pelo pastoreio, pode afetar a intensidade e a qualidade das atividades da microflora e microfauna, devido à diminuição da aeração e oxigenação do solo (Luizão *et al.*, 1992). Esta pode ser uma das causas da falta de sustentabilidade das pastagens na Amazônia brasileira, levando ao seu subsequente abandono.

Para ser sustentável, a substituição da floresta primária deve ser executada de modo a criar um sistema de cultivo com características o mais próximas possíveis das do ecossistema original (Magalhães, 1979). Por outro lado, nas áreas já abandonadas, as capoeiras manejadas e as plantações de árvores e arbustos podem contribuir significativamente para a recuperação da produtividade e da biodiversidade do solo de áreas desmatadas e/ou degradadas e, assim, o uso de sistemas agroflorestais poderia contribuir para este objetivo (Fernandes *et al.*, 1994a; b).

O objetivo do presente estudo foi o de estimar as densidades ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) e biomassas ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) de grupos selecionados da macrofauna da liteira (especialmente isópodos, diplópodos e cupins) sob diferentes sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens degradadas e abandonadas.

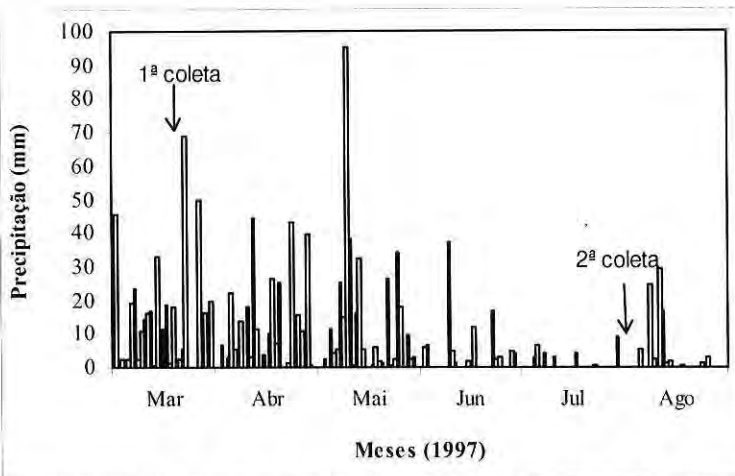
## MATERIAIS E MÉTODOS

### Localização e caracterização das áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental do CPAA/EMBRAPA-Manaus (Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia

Ocidental/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Esta situa-se no Distrito Agropecuário da SUFRAMA, ao norte de Manaus, no km 54 da BR-174 (Manaus-Boa Vista), área compreendida entre as coordenadas geográficas 2°31' a 2°32' S e 60°01' a 60°02' W. O clima da região é caracterizado como do tipo **Ami** pela classificação de Köppen (Ribeiro & Adis, 1984), com uma média anual de pluviosidade entre 1500 e 2500 mm. Em 1997, ano do presente estudo, os dados de clima e temperatura foram registrados na Estação Experimental da CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, situada 5 km a sudoeste da área de estudo), verificando-se uma precipitação anual de 2167,5 mm, variando de 20,5 a 407 mm por mês. Houve um período de chuvas fortes e frequentes antes da primeira coleta (durante a estação chuvosa) e um período bem seco antecedendo a segunda coleta (estação seca) (Fig. 1). A temperatura média foi de 26,2 °C, com média das mínimas de 22,4 °C e das máximas de 32,8 °C. A média mensal da umidade relativa do ar variou de 81 a 90 %, com uma média anual de 83,9 %, caracterizando a micro-região como 'tropical úmida bastante chuvosa'.

A área de estudo está situada sobre um extenso platô de Latossolo Amarelo distrófico (Sanchez, 1976; Teixeira & Bastos, 1989), textura muito argilosa, onde são encontradas limitações de fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiências de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio (Teixeira & Bastos, 1989; Mackerrow, 1992;



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica diária durante o período de estudo. As setas indicam as datas das coletas da macrofauna (março e agosto de 1997).

Fernandes & Matos, 1995), e alta saturação de alumínio (Tab. 1).

### Delineamento Experimental

O delineamento estabelecido pelo CPAA/EMBRAPA consiste em três blocos ao acaso, com cinco tratamentos, em parcelas de 3000 m<sup>2</sup> (60 m x 50 m). Em cada bloco, foram usados quatro tipos diferentes de sistemas agroflorestais (SAFs) e uma parcela controle, onde se manteve a regeneração natural (capoeira). Os

tratamentos agroflorestais, com espécies variadas (Apêndice 1), consistem em: **Sistema Agrossilvicultural 1 (AS1)**: tem por base palmeiras e fruteiras perenes; **Sistema Agrossilvicultural 2 (AS2)**: denominado “multiestrato”, com aproveitamento dos recursos de produção em diferentes etapas durante o desenvolvimento das espécies florestais e várias fruteiras perenes; **Sistema Agrossilvipastoril 1 (ASP1)** e **Sistema Agrossilvipastoril 2 (ASP2)**, têm composição e arranjo

**Tabela 1.** pH, concentrações de P assimilável, K, Ca e Mg disponíveis, e saturação de Al do solo nos sistemas agroflorestais e no controle, nos anos de 1991 e 1996. Os tratamentos, na primeira coluna, correspondem a: AS1 e AS2 = sistemas agrossilviculturais 1 (baseado em palmeiras arbóreas) e 2 (multiestrato); ASP1 e ASP2 = sistemas agrossilvipastoris 1 (com altos insumos) e 2 (baixos insumos); CAP = capoeira (controle).

Tratam. (anos)	pH		P <sub>assim.</sub> mg/kg		K .....cmol <sub>c</sub> /kg.....		Ca		Mg		Sat. Al %	
	1991	1996	1991	1996	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1996
AS 1	4,4	4,5	2,2	3,0	0,14	0,08	1,27	0,54	0,47	0,24	34,6	54,9
AS 2	4,3	4,4	1,7	2,8	0,13	0,09	0,86	0,36	0,31	0,17	49,7	65,2
ASP 1	4,3	4,3	1,9	1,6	0,12	0,05	0,87	0,50	0,33	0,12	48,5	63,5
ASP 2	4,3	4,3	1,6	1,6	0,10	0,05	0,75	0,24	0,33	0,15	53,1	74,2
CAP	4,5	4,3	2,6	1,2	0,20	0,07	1,27	0,42	0,52	0,31	34,6	56,1

Fonte: EMBRAPA/CPAA, 1997. Relatório anual.

semelhantes entre si, diferenciando-se quanto ao manejo e preparo do solo: o ASP1 é baseado no conceito de altos insumos ("high input"), enquanto que o ASP2 é baseado no conceito de baixos insumos ("low input"). As espécies de árvores usadas em ambos os sistemas foram ingá, mogno e paricá; nas parcelas do ASP1 foi estabelecida a leguminosa forrageira *Desmodium ovalifolium* Wall. consorciada com *Brachiaria brizantha* (Höchst) Stapf, enquanto que no ASP2 foi estabelecida a leguminosa *D. ovalifolium* consorciada com *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweinck (Wandelli *et al.*, 1997). Nestes tratamentos, em janeiro e março de 1997 (estação chuvosa), houve o ingresso do gado por um período de sete dias cada vez, sendo colocadas cinco cabeças de gado no ASP1 e três cabeças no ASP2 (Wandelli *et al.*, 1997). Todos os SAFs têm cerca viva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp (Leguminosae), que é podada duas vezes por ano e espalhada como adubo verde pelas parcelas dos SAFs; além disso, a biomassa das capinas das plantas invasoras é também espalhada nas entre-linhas dos SAFs. A regeneração natural ou **capoeira** (CAP) foi usada como controle, sendo pouco diversificada e formada principalmente por espécies de plantas pioneiras como *Vismia* sp. (Matos *et al.*, 1996; Wandelli *et al.*, 1997).

### **Metodologia das coletas no campo e identificação da macrofauna**

Em cada uma das quinze parcelas (cinco tratamentos em três blocos) foram coletadas ao acaso 50 amostras da macrofauna da liteira, usando-se um

quadro de madeira de 50 x 50 cm e uma faca. Cada amostra era depositada em uma grande bandeja plástica. Para retirar a macrofauna da liteira (somente os animais > 2 mm) (Lavelle, 1988; Lavelle *et al.*, 1995) foi feita uma catação manual no próprio local da coleta, com ajuda de uma pinça (principalmente para os predadores). Os animais coletados foram conservados em frascos plásticos com álcool a 70% e levados ao laboratório para posterior identificação.

A macrofauna da liteira foi separada e identificada com ajuda de uma lupa, pinças e com o auxílio de chaves e catálogos publicados (Coinneau, 1974; Muchmore, 1990; Nutting, 1990; Hoffman *et al.*, 1996), a nível de ordem e, quando possível, família. Depois de identificada, foi ordenada em grupos principais, como Isopoda, Diplopoda, Isoptera e "outros artrópodos". Estes foram então pesados em balança analítica (após enxugados em papel absorvente), para se determinar sua biomassa úmida em álcool (Dindal, 1990).

Os dados obtidos foram transformados com o propósito de homogeneizar a variância (Zar, 1974), usando-se a raiz quadrada como fator de transformação para a densidade e biomassa da macrofauna. Foram feitas análises de variância, seguidas de testes de Tukey para avaliar as diferenças entre os tratamentos e entre as vegetações predominantes dentro dos sistemas agroflorestais (palmeiras, cupuaçu e entre-linhas (espaço entre as fileiras de árvores plantadas)) no AS1; árvores, cupuaçu e entre-linhas no AS2; árvores, *Desmodium* e *Brachiaria* no ASP1 e 2; e capoeira no tratamento controle (CAP).

## RESULTADOS

### Macrofauna da liteira nos sistemas agroflorestais e vegetações predominantes

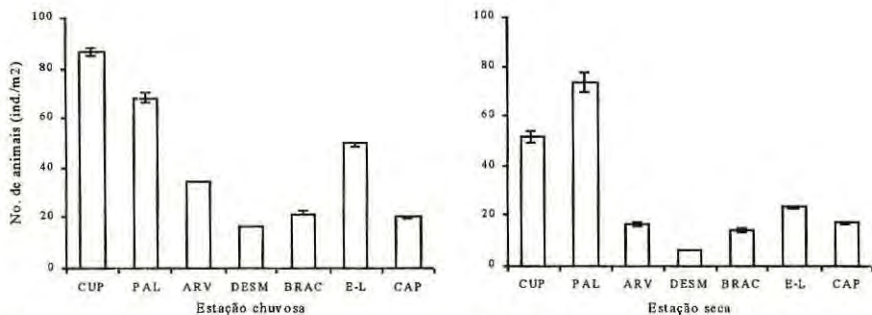
Na estação chuvosa, um total de quinze grupos taxonômicos de macroinvertebrados foi encontrado nos SAFs e no controle, sendo o grupo numericamente predominante o dos isópodos. Sua densidade (85,9 ind/m<sup>2</sup>) no AS2 foi maior do que nos demais tratamentos (Tab. 2 e Apêndice 2). O total de indivíduos da macrofauna foi significativamente maior nos sistemas agrossilviculturais AS1 (fruteiras perenes) e AS2 (multiestrato) do que no ASP1 (agrossilvipastoril - altos insumos), ASP2 (agrossilvipastoril - baixos insumos) e controle (CAP) (ANOVA; F=18,1; P<0,001). As densidades de animais encontrados no chão dominado por liteira de cupuaçu, palmeiras e das entre-linhas foram maiores do que sob a liteira das demais espécies (F=16,5; P<0,001)(Fig. 2). Na estação seca, um total de treze grupos

taxonômicos foi encontrado nos SAFs, sendo novamente os isópodos os invertebrados mais abundantes, com uma densidade maior no AS2 (50,5 ind/m<sup>2</sup>) do que nos demais tratamentos (Tab. 2 e Apêndice 3); as maiores densidades da macrofauna total foram outra vez encontradas no AS1 e AS2 (F=14,5; P<0,001). Em relação à cobertura do solo, as densidades encontradas nos locais em que o chão era dominado por liteira das palmeiras e de cupuaçu foram maiores do que sob a liteira das demais espécies vegetais (F=11,5; P<0,001)(Fig. 2). O total geral da macrofauna da liteira foi significativamente maior na estação chuvosa do que na seca (F=80,6; P<0,001), principalmente no tratamento AS2 (multiestrato), composto por uma maior diversidade de espécies plantadas.

A biomassa úmida em álcool da macrofauna, na estação chuvosa, foi significativamente maior no AS1 e AS2 do que nos demais tratamentos (ANOVA; F=12,4; P<0,001)(Tab. 3). As biomassas encontradas nas entre-

**Tabela 2.** Densidade da macrofauna da liteira (ind/m<sup>2</sup>), nas estações chuvosa e seca, nos sistemas agroflorestais e no controle. Os valores representam a média de três blocos (n=3), e os erros padrões das médias estão representados entre parênteses. Valores seguidos por letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ao nível de 0,1% (P<0,001) entre os tratamentos. Os símbolos dos tratamentos são os mesmos explicados na Tabela 1.

Densidade da macrofauna (ind/m <sup>2</sup> )							
Tratamentos	Diplopoda	Isopoda	Estação chuvosa			Nº Grupos	Total
			Isoptera	Outros			
AS1	1,15 (±1,09) a	51,1 (±40,2)a	0,85 (±0,0) a	4,01 (±1,89) a	14	57,1 a	
AS2	4,22 (±1,03) b	85,9 (±13,3)a	0,85 (±0,0) a	4,43 (±1,02) a	11	95,4 a	
ASP1	1,39 (±1,32) a	21,2 (±20,2)b	0 (±0,0) a	1,41 (±0,10) b	13	24,0 b	
ASP2	1,57 (±0,59) a	29,2 (±20,1)b	0 (±0,0) a	3,13 (±0,83) a	12	33,9 b	
CAP	0,67 (±0,31) a	13,9 (±7,17)b	4,96 (±0,07)b	0,27 (±0,03) b	9	19,8 b	
Tratamentos	Diplopoda	Isopoda	Estação seca			Nº Grupos	Total
			Isoptera	Outros			
AS1	0,22 (±1,1) a	40,0 (±21,1)a	3,07 (±1,1) a	1,71 (±1,1) a	9	45,0 a	
AS2	0,24 (±0,02) a	50,5 (±25,3)a	4,21 (±2,1) a	1,95 (±1,2) a	10	56,9 a	
ASP1	0,03 (±0,0) a	9,9 (±3,3) b	0 (±0,0) b	0,67 (±0,32) b	8	10,6 b	
ASP2	0 (±0,0) a	11,2 (±9,2) b	0,13 (±0,1) b	0,77 (±0,31) b	6	12,1 b	
CAP	0,06 (±0,0) a	16,0 (±12,1)b	0,61(±0,3) b	0,03 (±0,0) b	5	16,7 b	



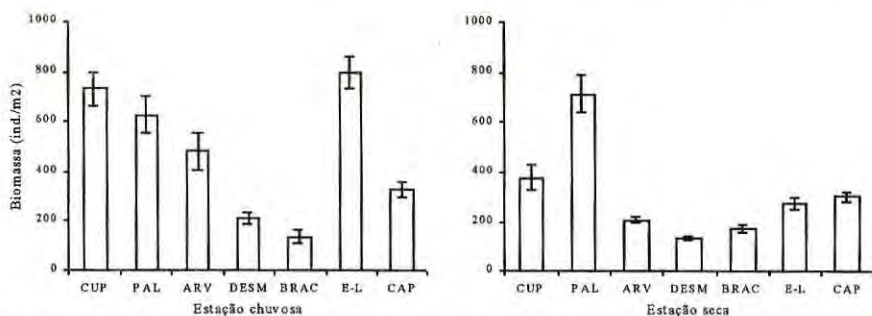
**Figura 2.** Densidade da macrofauna da liteira (ind./m<sup>2</sup>) nas estações chuvosa e seca, sob as vegetações predominantes de Cupuaçu (CUP), Palmeiras (PAL), Árvores plantadas (ARV), *Desmodium* (DESM), *Brachiaria* (BRAC), Entre-Linhas (E-L) e Capoeira (CAP) dentro dos sistemas agroflorestais e no controle. Os valores são médias de três blocos (n=3) e as barras finas verticais representam o erro padrão da média.

linhas e nos locais onde o chão era dominado por liteira de cupuaçu e das palmeiras foram maiores do que sob as demais espécies de liteira ( $F=4,0$ ;  $P<0,05$ ) (Fig. 3). Na estação seca, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, assim como entre as vegetações predominantes, embora tenha sido observada uma biomassa visivelmente mais alta sob a liteira das palmeiras. A biomassa total da macrofauna foi significativamente maior na estação chuvosa do que na seca ( $F=6,84$ ;  $P<0,05$ ) (Tab. 3).

## DISCUSSÃO

A massa de liteira fina sobre o solo dos tratamentos estudados (média anual) foi de 3,01 t.ha<sup>-1</sup> no tratamento AS1 (baseado em palmeiras arbóreas), 4,12 t.ha<sup>-1</sup> no AS2 (multiestrato), 3,38 t.ha<sup>-1</sup> no ASP1 (altos insumos), e 4,07 t.ha<sup>-1</sup> no ASP2 (baixos insumos). Todos estes valores foram visivelmente menores do que na capoeira (CAP), usada como controle, com 6,32 t.ha<sup>-1</sup> (Tapia-Coral, 1998).

As densidades (ind/m<sup>2</sup>) e biomassas (mg/m<sup>2</sup>) da macrofauna da liteira não fo-



**Figura 3.** Biomassa da macrofauna da liteira (mg/m<sup>2</sup>) nas estações chuvosa e seca, sob as vegetações predominantes de Cupuaçu (CUP), Palmeiras (PAL), Árvores (ARV), *Desmodium* (DESM), *Brachiaria* (BRAC), Entre-Linhas (E-L) e Capoeira (CAP) nos sistemas agroflorestais e no controle. Os valores são médias de três blocos (n=3) e as barras finas verticais representam o erro padrão da média.

**Tabela 3.** Biomassa úmida em álcool da macrofauna da liteira ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), nas estações chuvosa e seca, nos sistemas agroflorestais e no controle. Os valores representam a média de três blocos ( $n=3$ ), e os erros padrões das médias estão representados entre parênteses. Valores seguidos por letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ao nível de 0,1% ( $P<0,001$ ) entre os tratamentos. Os símbolos dos tratamentos são os mesmos explicados na Tabela 1.

Biomassa da macrofauna ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )					
Estação chuvosa					
Tratamentos	Diplopoda	Isopoda	Isoptera	Outros	Total
AS1	17,0 ( $\pm 16,9$ ) a	593 ( $\pm 251$ ) a	1,16 ( $\pm 3,47$ ) a	67,5 ( $\pm 66,9$ ) a	679 ( $\pm 318$ ) a
AS2	103 ( $\pm 86,7$ ) b	785 ( $\pm 556$ ) a	0 ( $\pm 0,0$ ) a	23,6 ( $\pm 13,1$ ) b	912 ( $\pm 604$ ) a
ASP1	18,5 ( $\pm 18,4$ ) a	169 ( $\pm 144$ ) b	0 ( $\pm 0,0$ ) a	11,6 ( $\pm 20,8$ ) b	199 ( $\pm 165$ ) b
ASP2	18,3 ( $\pm 22,3$ ) a	119 ( $\pm 61,2$ ) b	0 ( $\pm 0,0$ ) a	7,2 ( $\pm 3,9$ ) b	145 ( $\pm 73,7$ ) b
CAP	22,3 ( $\pm 18,2$ ) a	288 ( $\pm 185$ ) b	9,07 ( $\pm 22,2$ ) a	6,5 ( $\pm 9,3$ ) b	326 ( $\pm 190$ ) b
Estação seca					
Tratamentos	Diplopoda	Isopoda	Isoptera	Outros	Total
AS1	18,9 ( $\pm 16,0$ ) a	434 ( $\pm 393$ ) a	4,80 ( $\pm 7,17$ ) a	29,3 ( $\pm 39,5$ ) a	487 ( $\pm 433$ ) a
AS2	10,9 ( $\pm 30,2$ ) a	277 ( $\pm 255$ ) a	3,29 ( $\pm 9,87$ ) a	11,9 ( $\pm 13,8$ ) a	304 ( $\pm 283$ ) a
ASP1	0 ( $\pm 0,0$ ) b	108 ( $\pm 102$ ) b	0 ( $\pm 0,0$ ) a	42,8 ( $\pm 20,7$ ) b	151 ( $\pm 105$ ) b
ASP2	0 ( $\pm 0,0$ ) b	78,1 ( $\pm 94,7$ ) b	0 ( $\pm 0,0$ ) a	61,1 ( $\pm 50,8$ ) b	139 ( $\pm 113$ ) b
CAP	1,47 ( $\pm 3,59$ ) b	294 ( $\pm 381$ ) a	0,27 ( $\pm 0,65$ ) a	8,27 ( $\pm 12,9$ ) a	304 ( $\pm 394$ ) a

ram diretamente proporcionais à massa da camada de liteira sobre o solo, exceto no tratamento AS2, que tinha a maior massa de liteira sobre o solo ( $4,12 \text{ t ha}^{-1}$ ) e apresentou também as maiores densidade e biomassa de macrofauna nas duas estações (chuvosa e seca). O tratamento AS1, com a menor quantidade de liteira sobre o solo entre todos os sistemas estudados ( $3,01 \text{ t ha}^{-1}$ ), apresentou o segundo maior valor para densidade e biomassa da macrofauna. No entanto, nestes dois sistemas, a umidade do solo e da liteira foi visivelmente maior e houve provavelmente uma maior disponibilidade de alimentos (devido à diversidade e qualidade do material vegetal plantado nesses sistemas); juntas, estas duas características devem ter favorecido a presença da fauna. Os tratamentos agrossilvipastoris (ASP1, altos insumos, e ASP2, de baixos insumos), supostamente deveriam ter uma maior densidade de macrofauna, devido às

suas coberturas de *Desmodium ovalifolium*, uma leguminosa herbácea fixadora de nitrogênio. No entanto, apresentaram densidades da macrofauna muito baixas, em ambas as estações do ano. Em parte, isto poderia ser atribuído ao alto conteúdo de polifenóis do *Desmodium* (Palm & Sanchez, 1991; Cantarutti *et al.*, 1996) e à alta relação C/N do capim *Brachiaria* misturado ao *Desmodium*; ambos, capim e *Desmodium*, podem também ter baixo conteúdo de nitrogênio (Cantarutti *et al.*, 1996). Mais importante, porém, deve ter sido o uso prévio dos ASPs, por sete dias cada um, em janeiro e março/97 (neste último período, até cinco dias antes da coleta), para pastejo de cinco (ASP1) e três (ASP2) cabeças de gado. Isto pode ter afetado seriamente a colonização da macrofauna nestes sistemas agroflorestais (SAFs), tanto em consequência do pisoteio direto como da remoção da massa verde de *Desmodium* e *Brachiaria*, o que



diminuiu sobremaneira a produção de liteira nos meses seguintes. Isto significaria uma influência maior e negativa na macrofauna da estação seguinte (seca), o que de fato parece ter ocorrido.

No presente estudo, as densidades da macrofauna foram relativamente baixas, se comparadas com as de outros trabalhos feitos na região (E. Barros *et al.*, não-publicado). A mais provável razão para isso é que o presente estudo, restringindo-se aos animais da camada de liteira sobre o solo, foi feito em 50 pontos ao acaso dentro de cada parcela de SAFs ainda jovens, que apresentam muitos micro-sítios com pouca ou nenhuma cobertura morta. Esta influência pode ser verificada numa amostragem anterior nos mesmos SAFs do presente estudo, em 1995, usando-se o método TSBF (Anderson & Ingram, 1993), que inclui camadas de liteira e de solo até 30 cm de profundidade. Foram encontradas maiores densidades e biomassas da macrofauna nos tratamentos agrossilvipastoris (ASP1 e ASP2); praticamente não se encontrou macrofauna na liteira nos tratamentos agrossilviculturais (AS1 e AS2) (E. Barros *et al.*, dados não-publicados). A mais provável explicação é que, naquela época, os sistemas AS1 e AS2 praticamente ainda não produziam liteira e, conseqüentemente, a camada orgânica sobre o solo era virtualmente inexistente. Por outro lado, nos ASPs 1 e 2, a cobertura verde de *Desmodium ovalifolium* já produzia bastante liteira, proporcionando melhores condições de umidade do solo e fornecimento de matéria orgânica e nutrientes ao solo (E. Barros, comunicação pessoal). No

presente estudo, os sistemas agrossilviculturais, com seis anos de idade e uma considerável produção de liteira, teriam favorecido um maior número de grupos da macrofauna.

Diplopoda e Isopoda são geralmente considerados como tendo uma baixa biomassa em florestas tropicais (Petersen & Luxton, 1982); no entanto, Lawrence (1953) considerou os diplópodos provavelmente tão importantes como as minhocas para a decomposição, em algumas florestas da África. Os diplópodos têm uma importante função na regulação dos processos de decomposição e subseqüente ciclagem de nutrientes (Lavelle, 1988), particularmente através de suas interações com os microorganismos do solo (Anderson *et al.*, 1985; Anderson, 1988). Em algumas regiões tropicais, esta importância tem sido verificada, através de sua abundância e biomassa, tanto em ambientes naturais como em alterados.

Numa floresta tropical madura em Seram, os diplópodos contribuíram com 82% do número total de invertebrados e foram também os animais mais importantes em termos de biomassa (Stork & Brindell, 1993). Na Amazônia central, Luizão (1995) encontrou frequências e densidades relativamente altas de diplópodos e isópodos em campinarana e em floresta densa, com maiores valores na campinarana, que tinha um alto conteúdo de húmus na camada superior do solo, o que mantém condições mais apropriadas para este grupo (Raw, 1967). Em outros tipos de vegetação, tais como as florestas inundadas por água mista (Lago Janauari, aproximadamente a 10 km de Manaus), encontraram-se três famílias de

diplópodos, sendo a mais abundante a família Polyxenidae (Morais, 1995); em florestas inundadas por água preta (igapós), as famílias mais importantes nos troncos foram Siphonophoridae e Polyxenidae e em florestas inundadas por água branca (várzeas) foi a família Polyxenidae (Adis *et al.*, 1996). Nestas florestas periodicamente alagáveis, os diplópodos que sobrevivem à inundação desenvolvem estratégias de sobrevivência em conseq ncia de mudanças dos fatores abióticos (Adis, 1997).

Em habitats manejados, Lavelle & Pashanasi (1989) verificaram uma redu o na abundância de diplópodos, o que parece ser um fato comum em certos ambientes tropicais, onde eles são muito afetados pelas mudanças climáticas; a macrofauna tem-se mostrado mais sensível a condi es ambientais não favoráveis do que a meso e a microfauna (Lavelle *et al.*, 1995). No entanto, em uma pequena capoeira de 13 anos, crescendo sobre área de floresta derrubada, queimada e logo abandonada, ao norte de Manaus, Ribeiro (1994) registrou os diplópodos entre os seis grupos com maior biomassa, na camada de 0-3,5 cm do solo. Ainda ao norte de Manaus, Harada & Bandeira (1994) encontraram uma maior abundância de diplópodos e isópodos em plantios de essências madeireiras do que na floresta nativa. Isto pode indicar que estes dois grupos de invertebrados aumentam de importância em ambientes com plantios arbóreos que mantenham boas condi es microclimáticas. Este parece ser o caso no presente estudo, onde os diplópodos e isópodos foram mais

abundantes nos sistemas agroflorestais com maior cobertura arbórea. Em sistemas de policultivo e de *Bactris gasipaes* (pupunha) com cobertura de *Pueraria*, 30 km a nordeste de Manaus, Vohland & Schroth (1998) registraram os diplópodos como o segundo grupo mais importante da fauna de invertebrados com dez famílias, sendo 21 % dos indivíduos da família Pyrgodesmidae; no presente estudo, foram encontradas são cinco famílias, sendo a mais abundante a família Spirostreptidae, especialmente na esta o chuvosa. Em uma capoeira antiga, 20 km ao norte de Manaus, Rodrigues (1986) registrou maior abundância de diplópodos na esta o seca do ano, na camada de 0-3,5 cm do solo. Este resultado difere do encontrado no presente trabalho que, no entanto, se restringiu ao estudo dos invertebrados presentes na camada de liteira sobre o solo, no período diurno. A biomassa de diplópodos na esta o seca não diminuiu na liteira das palmeiras, como ocorreu nos locais cobertos por outros tipos de liteira; muito pelo contrário, ela aumentou consideravelmente, uma vez que os diplópodos encontravam-se refugiados nos troncos das palmeiras em decomposi o sobre o solo, encontrando-se ali um indivíduo da família Chelodesmidae de grande tamanho e peso, que teve forte influência na biomassa total.

Os isópodos estão entre os principais decompositores da matéria orgânica (Dindal, 1980) e são bons indicadores de microclima e umidade do solo (Edwards, 1974; Decaens *et al.*, 1994), sendo encontrados principalmente em florestas primárias. Nos sistemas agroflorestais do

presente estudo, foram os invertebrados dominantes em termos de densidade e biomassa, e isto podia ser facilmente visto durante as coletas; no campo, verificava-se uma clara preferência deles pelas folhas e cascas de cupuaçu dos sistemas agrossilviculturais, assim como pelos troncos cortados das palmeiras (aparentemente, de rápida decomposição – K. Uguen, comunicação pessoal), que estavam jogados no chão como cobertura morta no sistema AS1.

Em todos os tratamentos e estações do ano, sempre estiveram presentes “outros invertebrados”: Gastropoda, Oligochaeta (minhocas), Homoptera, Hemiptera, Opiliones, Formicidae, Chilopoda, Diptera (larvas), Coleoptera, Thysanoptera e Lepidoptera (larvas). No geral, estes foram mais abundantes na estação chuvosa do que na seca, nos tratamentos AS2 e AS1 (Tab. 2 e Apêndices 2 e 3), apresentando maiores densidades na liteira das palmeiras; isto pode indicar a formação de micro-sítios favoráveis para os grupos de invertebrados incluídos nesta classificação, nos SAFs com palmeiras. A densidade relativamente baixa de formigas, que é geralmente alta na liteira e no solo em outros estudos, tanto em florestas nativas como em áreas manejadas (Rodrigues, 1986; Harada & Bandeira, 1994; Ribeiro, 1994; Morais, 1995; Bandeira & Harada, 1998), provavelmente deveu-se à metodologia de coleta adotada no presente estudo. A triagem, feita no campo em grandes bandejas plásticas, visivelmente permitia a fuga de muitas formigas, diminuindo consideravelmente o número de animais coletados.

O aumento considerável da biomassa dos “outros artrópodos”, na estação seca, nos tratamentos agrossilvipastoris, sob as coberturas de *Desmodium* (leguminosa forrageira) e *Braquiaria* (gramínea), deveu-se principalmente à presença de alguns coleópteros (besouros) grandes, os quais são dotados de grande mobilidade e não tão dependentes da umidade, como é o caso dos diplópodos e isópodos, que necessitam de umidade alta para sobreviver (Correia & Faria, 1997). Em plantios de leguminosas arbóreas no Rio de Janeiro, verificou-se que Coleoptera e Formicidae foram os primeiros colonizadores da liteira nestes sistemas (Correia & Faria, 1997). Vohland & Schroth (1998) registraram os coleópteros como o grupo numericamente mais importante entre os invertebrados do solo, com oito famílias presentes nos sistemas de policultivo e de *Bactris gasipaes* com cobertura de *Pueraria* na região de Manaus. No presente estudo, outro fator deve ter influenciado a maior densidade de coleópteros durante a estação seca, nos sistemas agrossilvipastoris: as fezes do gado (introduzido por duas semanas em janeiro e março/97) teriam servido, mais tarde, como refúgio e substrato preferencial para este grupo de invertebrados (Decaens *et al.*, 1994).

A diversidade das espécies de liteira depositadas sobre o solo pode ter contribuído para as maiores densidades da macrofauna nos sistemas AS1 e AS2. O tratamento AS2 (multiestrato), com uma maior diversidade de plantas, apresentou uma abundância maior de macrofauna na

liteira do que os demais tratamentos, nas duas estações, e manteve quase a mesma diversidade (número de grupos) da macrofauna nas duas estações do ano, indicando que, num prazo maior, pode vir a ter uma colonização ainda mais diversificada, com novos grupos da macrofauna. Concordemente, num estudo paralelo, neste tratamento (AS2) foi também encontrada a maior biomassa microbiana (Bio-C) do solo superficial entre os SAFs, sendo esta mais alta sob a liteira de cupuaçu (Tapia-Coral *et al.*, 1997). Neste caso, a maior diversidade de espécies plantadas no sistema implicaria em diferentes sistemas radiculares das plantas e seus exsudatos, contribuindo para uma melhor estruturação e aeração do solo, características que favorecem o desenvolvimento microbiano (Luizão & Luizão, 1991) e, subseqüentemente, da fauna do solo. Um estudo feito em Yurimaguas, Perú (ICRAF, 1996), em sistemas multiestratos e de *Bactris gasipaes* (pupunha) com cobertura de *Pueraria* com dez anos de idade, indicou que ambos os sistemas conservaram espécies da macrofauna do solo do sistema original (floresta) e, juntos, forneceram nichos ecológicos para muitos colonizadores exóticos. A maior atividade da macrofauna do solo no sistema multiestrato em Yurimaguas foi atribuída à adição de grandes quantidades de liteira de alta qualidade: uma média anual de 11,5 t/ha foi adicionada, formando uma estrutura heterogênea no sistema multiestrato, que teria contribuído para o estabelecimento e crescimento de certos grupos da fauna (ICRAF, 1996). Embora o presente estudo não tenha investigado também a

macrofauna do solo, somente a da liteira, supõe-se que esta reflita em grande parte a macrofauna presente e atuante, durante o período diurno, dentro do solo nas condições de solo úmido (coleta da estação chuvosa) e seco (coleta da estação seca, após vários dias sem chuva).

No presente estudo, os resultados mostrando maiores densidades de indivíduos da macrofauna, nas duas estações, e uma alta biomassa na estação chuvosa nas liteiras de cupuaçu e de palmeiras, não concordaram com os resultados de Vohland & Schroth (1998) que, amostrando policultivos de quatro anos, próximos a Manaus, registraram uma baixa diversidade de grupos da macrofauna na liteira de cupuaçu. No entanto, isto pode ser devido ao fato de que o sistema estudado por eles encontrava-se ainda muito aberto, com pouca liteira depositada sobre o solo, o que difere do SAF do presente estudo, com considerável cobertura do solo pela liteira de cupuaçu. A biomassa da macrofauna encontrada na liteira de palmeiras foi relativamente alta, praticamente não mudando de uma estação para outra. Este resultado pode indicar que os invertebrados procuram refúgio nos troncos e folhas das palmeiras, espalhados dentro dos sistemas. A segunda coleta da macrofauna foi feita logo após a poda das palmeiras para coleta de frutos, com deposição de folhas e troncos sobre o solo. Talvez essa tenha sido a razão principal da abundância dos invertebrados também na estação seca nos locais com predominância de palmeiras. Dois anos antes, nos mesmos SAFs,

E. Barros *et al.* (dados não-publicados) também encontraram uma maior densidade e biomassa da macrofauna no solo embaixo das palmeiras do sistema AS1, na estação seca. Assim, verificou-se que a produção de liteira diversificada nos SAFs, juntamente com a adição de adubo verde das “cercas vivas” e das capinas e colheitas de palmito ou frutos da pupunha, cria uma variedade de micro-sítios favoráveis à presença e atividade da macrofauna.

## CONCLUSÕES

Isoptoda foi o grupo com a maior densidade e biomassa entre os macroinvertebrados da liteira, seguido pelos Diplopoda, nos SAFs, e pelos Isoptera (cupins), na capoeira. Estes últimos foram pouco encontrados na liteira dos SAFs. As maiores densidades e biomassas da macrofauna ocorreram nos tratamentos AS1 e AS2 (os mais diversificados), principalmente nos locais dominados pela liteira das palmeiras, do cupuaçu e dos adubos verdes nas entre-linhas, indicando que estas liteiras formam micro-sítios favoráveis ao abrigo e à ação decompositora da macrofauna.

Os sistemas agroflorestais diversificados contribuíram para a melhoria da biologia do solo, em todos os tratamentos estudados, quer pela produção de liteira de melhor qualidade, quer pela formação de micro-sítios com abundância de liteira de menor qualidade, como é o caso da pupunha e do cupuaçu, que formam locais apropriados para refúgio e ação da macrofauna. Em ambos os casos, a diversificação dos tipos de liteira, produzidos pelas espécies plantadas nos

SAFs, correspondeu também a uma maior diversidade, densidade e biomassa da macrofauna da liteira.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio financeiro do CNPq/INPA/ORSTOM (PPI 3130); à CPAA/EMBRAPA, pelo apoio no trabalho de campo e uso das áreas de estudo; à CEPLAC, pela cessão dos dados climáticos. À Michelle Costa e ao João Batista, pela ajuda nas coletas da macrofauna. À Kathrin Vohland, pela identificação das famílias dos diplópodos. À Eleusa Barros, pela ajuda na interpretação dos resultados da macrofauna e ao Dr. José W. Morais pelas valiosas sugestões dadas.

## Bibliografia citada

- Adis, J. 1997. Estratégias de sobrevivência de invertebrados terrestres em florestas inundáveis da Amazônia central. *Acta Amazonica*, 27(1): 43-54.
- Adis, J.; Golovatch, S.I.; Hamann, S. 1996. Survival strategy of the terricolous millipede *Cutervodesmus adisi* Golovatch (Fuhrmannodesmidae, Polydesmida) in a blackwater inundation forest of Central Amazonia (Brazil) in response to the flood pulse. *Acta Myriapodologica*, Mém. Mus. Hist. Nat. 169: 523-532.
- Anderson, J.M. 1988. Spatio-temporal effects of invertebrates on soil processes. *Biol. Fertil. Soils.*, 6: 216-227.
- Anderson, J.M.; Ingram, J. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods*. 2ª ed. C.A.B. International, Oxford, UK. 221 p.
- Anderson, J.M.; Leonard, M.A.; Ineson, P.; Huish, S. 1985. Faunal biomass: A key component of a general model of nitrogen mineralisation. *Soil Biol. Biochem.*, 17: 735-737.
- Anderson, J.M.; Swift, M.J. 1983. Decomposition in tropical rain forests. In: Sutton, S. L.;

- Chadwick, A. C.; Whitmore, T. C. (Eds). *The Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Oxford, UK: Blackwell. p. 287-309.
- Bandeira, A.G.; Harada, A.Y. 1991. Cupins e Formigas na Amazônia. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. p. 387-395.
- Bandeira, A.G.; Harada, A.Y. 1998. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia central. *Acta Amazonica* 28(2): 191-204.
- Cantarutti, R.B.; Urquiaga, S.; Boddey, R.M.; Braga, J.M.; Cassini, S.T. 1996. Cinética de mineralização do N contido na palha de *Brachiaria humidicola* e de *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela. *XIII Congresso Latino-americano de Ciência do Solo*, 1996. CD ROM, artigo 03-086 (4 pág) Software Gráfico Ltda. Campinas, SP.
- Coinneau, Y. 1974. *Introduction à l'Étude des Microartropodes du Sol et de ses Anexes*. Ed. Doin, Paris. 118p.
- Correa, M.E.F.; Faria, S.M. 1997. Variação sazonal da comunidade de macroartrópodos edáficos sob plantios de duas leguminosas arbóreas. *XIII Congresso Latino-americano de Ciência do Solo*, 1996. CD ROM, artigo 03-072 (4 pág.) Software Gráfico Ltda. Campinas, SP.
- Dacaens, T.; Lavelle, P.; Jimenez Jaen, J.J.; Escobar, G.; Rippstein, G. 1994. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *Eur. J. Soil Biol.*, 30(4): 157-168.
- Dindal, D.L. (Ed). 1990. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons. New York. 1349 p.
- Edwards, C.A. 1974. Macroarthropods. In: Dickinson, D.H.; Pugh, G.J.F. (Eds). *Biology of Plant Litter Decomposition*. Academic Press. London. Vol. 1. p. 188-195.
- EMBRAPA/CPAA. 1997. Relatório anual. Subprojeto 1: Dinâmica do Solo, da Vegetação e Efeitos Ambientais sob Sistemas Agroflorestais em Pastagens Degradadas. 19p.
- Fernandes, E.C.M.; Matos, J.C.S. 1995. Agroforestry strategy for alleviating soil chemical constraints to food and fibre production in Amazon. In: Seidll, P.R.; Gottlieb, O.R.; Kaplan, M.A.C. (Eds). *Chemistry of the Amazon*. American Chemical Society, Series No. 588. ACS Books Dept., Washington, DC.
- Fittkau, E.J.; Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest. *Biotropica*, 5(1): 2-14.
- Harada, A.Y.; Bandeira, A.G. 1994. Estratificação e densidade de invertebrados em solo argiloso sob floresta e plantios arbóreos na Amazônia central durante a estação seca. *Bol. Mus. par. E. Goeldi, sér. Zool.* 10: 235-251.
- Hoffman, R.L.; Golovatch, S.I.; ADIS, J.; Morais, J.W. 1996. Practical keys to the orders and families of millipedes of the Neotropical region (Myriapoda: Diplopoda). *Amazoniana*, XIV (1/2): 1-35.
- Hopkin, S.P.; Read, H.J. 1992. *The Biology of Millipedes*. Oxford Science Publications, 233 p.
- ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry). 1996. Annual Report. Nairobi, Kenya. p. 39-69.
- Lavelle, P. 1988. Assessing the abundance and role of invertebrate communities in tropical soils: Aims and methods. In: Ghabbour, S. I.; Davis, R. C. (Eds). *Proceedings of the Seminar on Resources of Soil Fauna in Egypt and Africa*. Cairo, 16-17 Abril 1986. *Revue Zool.Afr - J. Afr. Zool.*, 102: 275-283.
- Lavelle, P.; Chauvel, A.; Fragoso, C. 1995. Faunal activity in acid soils. Date, R. A. (Ed). *Plant Soil Interactions at Low pH*. p. 201-211.
- Lavelle, P.; Pashanasi, B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia*, 33: 283-291.
- Lawrence. R.F. 1953. *The Biology of the Cryptic Fauna of Forests*. Balkema, Cape Town.
- Lips, J.M.; Duivenvoorden, J.F. 1996. Fine litter input to terrestrial humus forms in Colombian Amazonia. *Oecologia*, 108: 138-150.
- Luizão, F.J. 1995. *Ecological Studies in Contrasting Forest Types in Central Amazonia*. Ph. D. thesis. University of Stirling,

- Stirling, UK. 288p.
- Luizão, F.J.; Schubart, H.O.R. 1987. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. *Experientia*, 43: 259-265
- Luizão, R.C.C.; Bonde, T.A.; Rosswall, T. 1992. Seasonal variation of soil microbial biomass. The effects of clear-felling a tropical rainforest and establishment of pasture in the Central Amazon. *Soil Biol. Biochem.*, 24: 805-813.
- Luizão, R.C.C.; Luizão, F.J. 1991. Littera e biomassa microbiana do solo no ciclo de matéria orgânica e nutrientes em terra firme na Amazônia Central. In: Val, A. L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. p. 65-75.
- Mackerrow, A.J. 1992. *Nutrient Stocks in Abandoned Pastures of the Central Amazon Basin Prior to and Following Cutting and Burning*. MSc. thesis. North Carolina State University, Raleigh, USA. 116 p.
- Marino, M.C.; Furtado, J.S.; De Vuono, Y.S. 1980. *Glossário de Termos Usuais em Ecologia*. 1ª edição. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 24: 97-138.
- Matos, J.C.S.; Perin, R.; Souza, S.G.A.; Wandelli, E.V.; Arco-Verde, M.; Fernandes, E.C.M. 1996. Alterações da fertilidade em Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas agroflorestais em Manaus. In: Livro de Resumos. *XXII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*. Manaus, AM. pp. 682-683.
- Morais, J.W. 1995. *Abundância, Distribuição Vertical e Fenologia da Fauna de Arthropoda de uma Região de Água Mista, Próxima de Manaus, AM*. Tese de Doutorado. São Paulo. 226p.
- Muchmore, W.B. 1990. Terrestrial Isopoda. In: Dindal, D. L. (Ed). *Soil Biology Guide*. p. 805-817.
- Nutting, W.L. 1990. Insecta: Isoptera. In: Dindal, D. L. (Ed). *Soil Biology Guide*. p. 997-1032.
- Oliveira, E.P.; Franklin, E. 1993. O efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: Recolonização em áreas queimadas. *Pesq. Agropec. Bras.*, 28(3): 357-369.
- Palm, C.A.; Sanchez, P.A. 1991. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biol. Biochem.*, 23: 83-88.
- Petersen, H.; Luxton, M. 1982. A survey of the main animal taxa of detritus food web. *Oikos*, 39(3): 293-294.
- Raw, F. 1967. Arthropoda (except Acari and Collembola). In: Burges, A.; Raw, F. (Eds). *Soil Biology*. Academic Press, London. p. 323-362.
- Ribeiro, M.N.G.; Adis, J. 1984. Local rainfall variability, a potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, 14(1/2): 159-174.
- Ribeiro, M.O.A. 1994. *Abundância, distribuição vertical e biomassa de artrópodos do solo em uma capoeira na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. INPA/UA, Manaus, 120p.
- Rodrigues, J.M.G. 1986. *Abundância e distribuição vertical de Arthropoda do solo em capoeira de terra firme*. Dissertação de Mestrado. INPA/UA, Manaus, 80p.
- Sanchez, P.A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley; Sons. New York. 618p.
- Stork, N.E.; Brindell, M.J.D. 1993. Arthropod abundance in lowland rainforest of Seram. In: Edwards, I.D.; Macdonald, A.A.; Proctor, J. (Eds). *Natural History of Seram*. Intercept Ltd. UK. p. 115-130.
- Stork, N.E.; Eggleton, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Amer. Jour. Altern. Agricul.*, 7: 38-47.
- Tapiia-Coral, S.C. 1998. *Macrofauna da littera em sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia central*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus, 98p.
- Tapiia-Coral, S.C.; Luizão, R.C.C.; Perin, R.; Luizão, F.J. 1997. Relação entre tratamentos agrossilviculturais implantados em solos degradados e as propriedades bioquímicas do solo. In: Livro de Resumos, MS-060. *IX Congresso Brasileiro de Microbiologia*. 11-15

- de novembro Rio de Janeiro. p. 223.
- Teixeira, L.B.; Bastos, J.B. 1989. Nutrientes nos Solos de Floresta Primária e Pastagem de *Brachiaria humidicola* na Amazônia Central. *Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPATU*, Nº98, 31p.
- Teixeira, L.B.; Schubart, H.O.R. 1988. Mesofauna do Solo em Áreas de Floresta e Pastagens na Amazônia Central. *Boletim de Pesquisa-EMBRAPA/CPATU*, Nº 95, 16p.
- Vohland, K.; Schroth, G. 1998. Litter macrofauna in tropical land use systems of differing plant diversity and input levels: single-tree patterns and management implications. In: Abstracts of presentations and posters. *Third Shift Workshop*, March 15-19. Manaus, Amazonas. C42.
- Walker, I.; Franken, W. 1983. Ecosistemas frágeis: A floresta da terra firme da Amazônia central. *Ciencia Interamericana*, 23: 9-21.
- Wandelli, E.; Perin, R.; Souza, S.G.; Matos, J.C.S.; Souza, J.N.; Fernandes, E.C.M. 1997. Sistemas agroflorestais: Uma alternativa para recuperação das áreas de pastagens degradadas na Amazônia Ocidental. *Anais do III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas – SINRAD*. 18-24 maio. Ouro Preto, MG. p. 487-493.
- Zar, J.H. 1974. *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 718p.

**Aceito para publicação em 14.04.99**



**Apêndice 1.** Lista de espécies plantadas nos tratamentos de sistemas agroflorestais (SAFs). Os símbolos dos tratamentos são os mesmos explicados na Tabela 1.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Tratamento
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Martius	Arecaceae	AS1
Capoeirão	<i>Columbrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	AS1
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> (S) K. Schung	Sterculiaceae	AS1 e AS2
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	AS1
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i> L.	Malpighiaceae	AS2
Araçá boi	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Mirtaceae	AS2
Castanha-do-Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K	Lecythidaceae	AS2
Ingá	<i>Inga edulis</i> Martius	Mimosaceae	AS2 e ASPs
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	AS2
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caryocaraceae	AS2
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> L.	Passifloraceae	AS2
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	AS2 e ASPs
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i> Ducke	Mimosaceae	AS2
Teca	<i>Tectona grandis</i> Nursery	Verbenaceae	AS2
Braquiarião	<i>Brachiaria brizantha</i> (Höchst) Stapf	Gramineae	ASP1
Desmódio	<i>Desmodium ovalifolium</i> Wall	Fabaceae	ASP1 e ASP2
Quicúio da Amazônia	<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweinckt	Gramineae	ASP2
Gliricídia	<i>Gliricídia sepium</i> (Jacq.) Walp	Ceasalpinaceae	Cerca viva

**Apêndice 2.** Densidade média (ind/m<sup>2</sup>) dos grupos da macrofauna encontrada nos sistemas agroflorestais (SAFs) e no controle (CAP), na **estação chuvosa**, com sua respectiva percentagem em relação ao total e sua classificação (Class.) ordinal nos SAFs e no controle. Os valores são médias de três blocos (n=3). Os símbolos dos tratamentos são os mesmos explicados na Tabela 1.

Grupos taxonômicos	AS1		AS2		ASP1		ASP2		Média SAFs			CAP		
	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Class.	Ind/m <sup>2</sup>	%	Class.
Isopoda(Oniscidae)	51,1	89,5	85,9	90,1	21,2	88,5	29,2	86,3	46,9	89,8	1	13,9	70,1	1
Diplopoda:	1,14	2,0	4,22	4,42	1,39	5,79	1,57	4,64	2,08	3,98	2	0,67	3,38	3
Spirostreptidae	0,13	0,23	0,96	1,01	0,11	0,46	0,19	0,56	0,35	16,8		0,04	0,25	
Chelodesmidae	0,29	0,51	0,69	0,72	0,32	1,33	0,29	0,86	0,40	19,2		0,12	0,61	
Paradosomatidae	0,03	0,05	0,03	0,03	0	0	0	0	0,01	0,48		0,19	0,96	
Glomeridesmidae	0,64	1,12	2,35	2,46	0,96	4,0	1,09	3,22	1,26	60,6		0,32	1,61	
Polyxenidae	0,05	0,09	0,19	0,20	0	0	0	0	0,06	2,88		0	0	
Gastropoda	2,11	3,69	1,81	1,90	0,01	0,04	0,32	0,94	1,06	2,03	3	0	0	-
Isoptera (Termitidae)	0,85	1,49	0,85	0,89	0	0	0	0	0,43	0,8	4	4,96	25,0	2
Hemiptera	0,61	1,07	0,72	0,75	0,19	0,79	0,05	0,15	0,39	0,75	5	0,05	0,25	5
Opiliones	0,43	0,75	0,77	0,81	0,19	0,79	0,08	0,24	0,37	0,71	6	0,03	0,15	6
Formicidae	0,16	0,28	0,40	0,42	0,29	1,21	0,11	0,32	0,24	0,46	7	0	0	-
Coleoptera	0,11	0,19	0,24	0,25	0,13	0,54	0,16	0,47	0,16	0,31	8	0	0	-
Diptera	0,03	0,05	0,03	0,03	0,13	0,54	0,43	1,27	0,16	0,31	8	0	0	-
Chilopoda	0,03	0,05	0,13	0,14	0,16	0,67	0,13	0,38	0,11	0,21	9	0	0	-
Oligochaeta (minhocas)	0,08	0,14	0	0	0,03	0,13	0,08	0,24	0,05	0,10	10	0,05	0,25	5
Thysanoptera	0,05	0,09	0	0	0,05	0,21	0,05	0,15	0,04	0,08	11	0	0	-
Lepidoptera (larvas)	0,16	0,28	0	0	0	0	0	0	0,04	0,08	11	0,05	0,25	5
Homoptera	0,24	0,42	0,32	0,34	0,13	0,54	0,11	0,32	0,20	0,38	12	0,08	0,40	4
Orthoptera	0	0	0	0	0,05	0,21	0	0	0,01	0,02	13	0	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>57,1</b>		<b>95,4</b>		<b>24,0</b>		<b>33,9</b>		<b>52,2</b>			<b>19,8</b>		
Nº de grupos	14		11		13		12		13,1			9		

**Apêndice 3.** Densidade média (ind/m<sup>2</sup>) dos grupos da macrofauna, encontrada nos sistemas agroflorestais (SAFs) e no controle (CAP), na **estação seca**, com sua respectiva percentagem em relação ao total e sua classificação (Class.) ordinal nos SAFs e no controle. Os valores são médias de três blocos (n=3). Os símbolos dos tratamentos são os mesmos explicados na Tabela 1.

Grupos taxonômicos	AS1		AS2		ASP1		ASP2		Média SAFs			CAP		
	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Ind/m <sup>2</sup>	%	Class.	Ind/m <sup>2</sup>	%	Class.
Isopoda(Oniscidae)	40,0	88,8	50,5	88,8	9,9	94,0	11,2	90,1	27,9	89,6	1	16,0	95,6	1
Isoptera(Termitidae)	3,07	6,83	4,21	7,40	0	0	0,13	1,07	1,85	5,94	2	0,61	3,65	2
Gastropoda	1,41	3,13	1,36	2,39	0,03	0,28	0,11	0,91	0,73	2,35	3	0	0	-
Coleoptera	0,11	0,24	0,13	0,23	0,32	3,03	0,56	4,62	0,28	0,90	4	0,05	0,30	4
Diplopoda:	0,22	0,48	0,24	0,42	0,03	0,28	0	0	0,12	0,39	5	0,06	0,36	3
Spirostreptidae	0,11	0,24	0,21	0,37	0	0	0	0	0,08	66,67		0,04	0,25	
Chelodesmidae	0	0	0,03	0,05	0	0	0	0	0,01	6,25		0,12	0,61	
Glomeridesmidae	0,11	0,24	0	0	0	0	0	0	0,03	22,9		0,32	1,61	
Polyxenidae	0	0	0	0	0,03	0,28	0	0	0,01	6,25		0	0	
Opiliones	0,11	0,24	0,24	0,42	0,03	0,28	0,08	0,66	0,11	0,35	6	0	0	-
Hemiptera	0,05	0,11	0,08	0,14	0,16	1,52	0,08	0,66	0,09	0,29	7	0	0	-
Homoptera	0,03	0,07	0,05	0,09	0	0	0	0	0,02	0,06	8	0	0	-
Oligochaeta(minhocas)	0,03	0,07	0,03	0,05	0	0	0	0	0,02	0,06	8	0	0	-
Formicidae	0	0	0,03	0,05	0,03	0,28	0	0	0,02	0,06	8	0	0	-
Homoptera	0	0	0	0	0,03	0,28	0	0	0,01	0,03	9	0	0	-
Thysanoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,03	0,18	5
Orthoptera	0	0	0	0	0,03	0,28	0	0	0,01	0,03	9	0	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>45,0</b>		<b>56,9</b>		<b>10,6</b>		<b>12,1</b>		<b>31,1</b>			<b>16,7</b>		
Nº de grupos	<b>9</b>		<b>10</b>		<b>8</b>		<b>6</b>		<b>7,78</b>			<b>5</b>		