

# ESTRATIFICAÇÃO E DENSIDADE DE INVERTEBRADOS EM SOLO ARENOSO SOB FLORESTA PRIMÁRIA E PLANTIOS ARBÓREOS NA AMAZÔNIA CENTRAL DURANTE A ESTAÇÃO SECA.

Ana Yoshi HARADA<sup>1,2</sup>, Ademar Gomes BANDEIRA<sup>2,3</sup>

**RESUMO** — Densidade e distribuição vertical de invertebrados foram estudados durante o mês de setembro de 1990 e 1991, em solo de três tipos de cobertura vegetal: floresta primária, plantios de *Dipteryx odorata* (Leguminosae = cumaru) e *Simaruba amara* (Simarubaceae = marupá), nos arredores de Manaus, Brasil. Foram encontrados 19 grupos principais da fauna. A maioria desses grupos foram similares para os três tipos de cobertura, sendo Isoptera (40,1%), Formicidae (25,2%), Araneae (6,7%) os grupos mais abundantes que, juntos, representaram 62,4% da fauna de cumaru, 57,0% da fauna de marupá e 84,1% da fauna de floresta. Houve uma diminuição da densidade para todos os grupos (excluídos os cupins) até a profundidade de 20 cm, com subsequente aumento até 30 cm de profundidade, principalmente pela presença de Isoptera. Cerca de 45% de toda a fauna ocorreu no estrato de 0-5 cm de profundidade, seguido de 9,5% (5-10 cm), 9,1% (10-15 cm), 2,7% (15-20 cm), 20,7% (20-25 cm) e 12,3% (25-30 cm) nos estratos subsequentes. Isoptera, Diptera e outros invertebrados não apresentaram correlação com a umidade e o pH do solo.

**Palavras-chave:** Invertebrados do solo, densidade, distribuição vertical, solo arenoso, estação seca, floresta, plantio arbóreo, Amazônia Central.

Stratification and Density of Invertebrates from Sandy Soil under Forest and two Arboreal Plantations in Central Amazonia, During the Dry Season.

**ABSTRACT** — Density and vertical distribution of soil invertebrates were studied during September of 1990 and 1991 in three plots, namely one forest plot and two arboreal plantations (*Dipteryx odorata* = cumaru <Leguminosae> and *Simaruba amara* = marupá <Simarubaceae>) near Manaus (Brazil). Nineteen main fauna groups were found, and most of them had similar densities in the three plots. The most representative groups were Isoptera (40.1%), Formicidae (25.2%), Araneae (6.7%), all together representing 62.4% of all soil fauna in the cumaru plot, 57.0% in marupa and 84.1% in the forest plot. Density of soil fauna decreased from the top soil to 20 cm depth (excluding termites), with a subsequent increase until 30 cm depth. 45% of all fauna occurred in the top 0-5 cm, followed by 9.5% (5-10 cm), 9.1% (10-15 cm), 2.7% (15-20 cm), 20.7% (20-25 cm) and 12.3% (25-30 cm). Isoptera, Diptera and other invertebrates did not present correlation with the pH and the humidity of the soil.

**Key-words:** Soil invertebrates, density, vertical distribution, sandy soil, dry season, forest, arboreal plantaion, Central Amazonia.

## INTRODUÇÃO

O fluxo de energia no meio edáfico em grande parte é mantido

pela atividade da fauna do solo, que tem importante papel nos processos de decomposição da matéria orgânica, nos ciclos de nutrientes, na aeração e

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenadoria de Pesquisas em Entomologia, Caixa Postal 478, 69.011-970 Manaus, AM, Brasil.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, 58.059-900 João Pessoa, PB, Brasil.

fertilidade do solo, entre outras funções (EDWARDS *et al.*, 1970; SERAFINO & MERINO, 1978; CHAUVEL, *et al.*, 1987). Já existem trabalhos de pesquisa mostrando que na Amazônia Central as comunidades de invertebrados do solo em pastagens, onde antes era floresta, têm a densidade grandemente reduzida e a composição dos grupos muito diferente daquela do ambiente primário (DANTAS, 1978; BANDEIRA & TORRES, 1985). Essas alterações parecem ser menos severas quando o solo é utilizado para culturas arbóreas (BANDEIRA & SOUZA, 1983; MELO, 1984).

No presente trabalho mostra-se um estudo comparativo da macrofauna em solo arenoso sob monoculturas arbóreas de *Dipteryx odorata* (Leguminosae = cumaru) e *Simaruba amara* (Simarubaceae = marupá) em relação à floresta, com o objetivo de identificar os grupos de invertebrados presentes, sua densidade em diferentes estratos até 30 cm de profundidades, abundância relativa e o efeito que a umidade e o pH podem ter sobre a densidade.

## ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na área de terra firme denominada S1 da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, km 45 da BR 174, Manaus-Boa Vista (2°35'S; 60°W). Nesta região da Amazônia Central, próximo de Manaus, o total médio de precipitação anual é de 2.105 mm, tendo uma estação chuvosa de dezembro a maio com 75% das chuvas

e uma estação menos chuvosa de junho a novembro com 25% das chuvas registradas (RIBEIRO & SANTOS, 1975; RIBEIRO & ADIS, 1984). Em torno de 70% dos solos de terra firme (áreas não alagáveis) são latossolos amarelos, de textura arenosa a muito argilosa (FALESI, 1967; FALESI & SILVA, 1969; PENNY & ARIAS, 1982). Foram selecionadas três coberturas vegetais, sendo floresta primária e duas áreas de experimentos florestais arbóreos com 18 a 19 anos de idade (implantadas em 1972).

A floresta era uma transição entre campinarana e floresta sensu PIRES (1974) e BRAGA (1979), com as árvores maiores estimadas em 30 a 35 m de altura; seu sub-bosque era relativamente limpo, permitindo bom trânsito de pessoas.

Os experimentos florestais estudados foram um plantio de cumaru (*Dipteryx odorata*) e um de marupá (*Simaruba amara*) ambos com espaçamento de 5 x 5 m. As árvores de cumaru atingiam aproximadamente de 12-15 m de altura e as de marupá tinham em torno de 20 m de altura. As copas das árvores de cumaru eram mais abertas e continham mais folhas (maior sombreamento) que as de marupá, sendo que esta última cultura permitia a passagem de maior quantidade de radiação solar. A quantidade de folhas e de galhos caídos (liteira) era maior sobre o solo do plantio de marupá. Talvez por ser mais iluminado, o sub-bosque sob marupá era mais desenvolvido que o de cumaru, inclusive com predominância de Pterydophyta.

Cumaru e marupá são essências

florestais nativas da Amazônia. A madeira de cumaru é bastante durável e é muito utilizada em construções residenciais; seus frutos, oleosos e de odor forte, servem para fabricação de sabão, medicamento caseiro e outras finalidades. Marupá, cuja madeira é leve e pouco resistente, tem sido muito utilizada na fabricação de caixotes e palitos de fósforo.

Para melhor caracterização da área, foi feita análise granulométrica do solo, de amostras compostas de 10 unidades, coletadas de 0-30 cm de profundidade sob cada uma das três coberturas vegetais. O método utilizado foi o da pipeta (CAMARGO *et al.*, 1986). Na floresta, encontrou-se 75% de areia, 6% de silte e 18% de argila (franco arenoso); no plantio de cumaru, encontrou-se 92% de areia, 3% de silte e 5% de argila (areia); no plantio de marupá, encontrou-se 79% de areia, 16% de silte e 5% de argila (areia franca). Entretanto, não fez parte do escopo deste trabalho comparar a abundância da fauna com a granulometria dos estratos do solo.

Mais informações sobre o solo de uma área bem próxima a esta, incluindo dados de morfologia e gênese, são encontrados em CHAUVEL *et al.* (1987).

## METODOLOGIA

Sob cada cobertura vegetal foi demarcada uma parcela de 300 m<sup>2</sup>, estabelecidos 31 pontos, distanciados 5 m entre si, que foram sorteados ao acaso para a retirada de amostras de solo para extração da macrofauna. Em duas estações de estiagem, mês de setembro de 1990 e de 1991, foram retiradas 10 amostras (blocos) de solo (cinco por estação) de 20 x 20 x 30 cm em cada uma das três parcelas.

Cada amostra de solo foi seccionada em estratos de 5 cm (uma amostra dando seis subamostras de 20 x 20 x 5 cm). ANDERSON & INGRAM (1989) recomendam, para pesquisas em áreas tropicais, de cinco a 10 amostras de solo de 25 x 25 x 30 cm por estação, seccionadas a cada 10 cm de altura (cada amostra dando três subamostras de 25 x 25 x 10 cm). Entretanto, na Região Amazônica, o solo em sua maioria é muito argiloso, compacto e/ou contém muitas raízes nesta parte superficial, o que dificulta muito a retirada de amostras maiores que as acima referidas, principalmente em áreas de floresta primária, mesmo que em solo arenoso. Todas as coletas foram feitas entre 7:00 e 9:00 horas para efeito de comparação.

Os animais foram separados manualmente logo após a retirada do solo, ainda no campo, e acondicionados em vidros contendo álcool a 75%. A identificação dos animais foi feita nos níveis de classe, ordem (a maioria dos grupos) e família (Formicidae). Devido à baixa densidade e frequência dos invertebrados, os insetos das ordens Dermaptera, Embioptera, Homoptera, Hymenoptera (Vespoidea), Lepidoptera (imaturos), Neuroptera, Thysanoptera e Zoraptera foram agrupadas como Outros Insetos; Crustacea, Pauropoda e Nematoda foram agrupados como Outros Invertebrados, e Opiliones, Palpigradi e Ricinulei como outros Arachnida (Tab. 1 e Tab. 2).

Distribuição vertical dos invertebrados em relação às condições abióticas da profundidade do solo foram analisadas com o teste de

correlação linear e teste *t* de Student, usando os pacotes estatísticos SAS/STAT v. 6.03, Systat v.5.02 (WILKINSON, 1990) e Statgraph v. 5.0 (POLHEMUS, 1988). Os dados originais foram transformados em  $\sqrt{x+0.5}$ , para dar maior uniformidade, e foram utilizados nas análises (ZAR, 1974). As variáveis foram cobertura vegetal (cumaru, marupá e floresta), número de indivíduos da fauna, pH e umidade do solo. O pH do solo foi determinado em água (CAMARGO *et al.*, 1986), usando pH-metro CORNING, modelo 7. As determinações foram feitas com parte do solo retirado para extração dos animais, de estratos de 5 cm de espessura, de 0-30 cm de profundidade, cada amostra com três repetições, para estimativa das médias.

A umidade do solo foi obtida pelo método gravimétrico (ALLEN, 1974), calculada pela fórmula: Umidade do solo = peso do solo úmido - peso do solo seco x 100 / peso do solo úmido.

Todo material ficará depositado na Coleção de Invertebrados do INPA.

## RESULTADOS

Encontraram-se 19 grupos de invertebrados (após a junção dos grupos muito pouco expressivos), no total de 2.330 indivíduos, cuja representação de cada grupo (abundância [números originais], dominância [percentuais] e densidade [indivíduos/m<sup>2</sup>]), distribuição por estrato e por cobertura vegetal são mostrados nas Tab. 1 e Tab. 2. Isoptera, Formicidae e Araneae foram os grupos mais abundantes nos três tipos de coberturas vegetais, juntos representando

62,4% do total da fauna no cumaru, 57,0% no marupá e 84,1% na floresta.

Não houve padronização na distribuição vertical da fauna entre as três parcelas, sendo que a maior abundância de indivíduos ocorreu de 0-5 cm de profundidade no cumaru (372 indivíduos) e no marupá (393 indivíduos) e de 20-25 cm de profundidade na floresta (447 indivíduos) (influenciada por Isoptera), e a menor abundância de 15-20 cm nas três parcelas (Cum = 11 indivíduos; Mar = 3 indivíduos e Flo = 50 indivíduos), cujos dados são mostrados juntos com os de umidade e de pH (Tab.2, Fig.1, Fig.2). Formicidae, Araneae, Chilopoda e Coleoptera imaturo diminuíram sua dominância do estrato superficial até o estrato de 15-20 cm, a partir do qual houve um aumento até a profundidade de 30 cm (Tab.1, Fig.3). Entretanto, Isoptera foi dominante em relação aos demais grupos no estrato de 20-25 cm de profundidade, chegando a influenciar no total da fauna (Fig.1, Fig.2, Fig.3).

A abundância da maioria dos grupos da fauna mostrou correlação positiva e significativa a nível de 5% com a umidade do solo (Tab. 3). Uma das poucas exceções foi Isoptera, um dos grupos mais abundantes (principalmente na floresta), que foi negativa em duas das parcelas, mas não significativa a nível de 5%. A umidade do solo variou de 12,6 a 31,5 na floresta, de 12,9 a 22,0 no marupá e de 7,7 a 14,1 no cumaru (Fig. 1).

O número de indivíduos, quando correlacionado com os valores de pH do solo dos plantios florestais, foi negativo e significativo a nível de 5% para a maioria dos grupos (Tab.3). Ao contrário de todos

**Tabela 1.** Dominância (%) de invertebrados do solo, coletados durante a estação menos chuvosa, em 10 amostras de solo arenoso de 20 cmx20 por 30 cm de profundidade, divididas em estratos de 5 cm (0-5, 5-10 10-15, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30) em três parcelas, da área S1 da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, região de Manaus, Amazônia Central. (Cum=Cumarú, *Dipteryx odorata*; Mar=Marupá, *Simaruba amara*; e Flo=Floresta; números entre parênteses representam totais de indivíduos; X=médias e DP=desvios padrões; zeros=sem registros).

GRUPOS DA FAUNA		PROFUNDIDADES (CM)							X±DP
		0-5	5-10	10-1	15-2	20-2	25-3	0-30	
Collembola	Cum	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6 (15)	2,5 ± 6,1
	Mar	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3 (20)	3,3 ± 8,2
	Flo	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3 (03)	0,5 ± 1,2
Diplura	Cum	3,3	0,7	0,0	0,2	0,2	0,0	4,4 (25)	4,2 ± 7,4
	Mar	2,5	0,2	0,3	0,0	0,0	0,2	3,2 (19)	3,2 ± 5,8
	Flo	3,1	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	3,8 (44)	7,3 ± 14,2
Coleoptera adulto	Cum	2,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	3,0 (17)	2,8 ± 6,0
	Mar	7,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	7,6 (45)	7,5 ± 17,4
	Flo	1,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	2,0 (23)	3,8 ± 8,5
Coleoptera imaturo	Cum	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 (02)	0,3 ± 0,8
	Mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 (00)	0,0 ± 0,0
	Flo	0,2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,6 (06)	1,0 ± 1,3
Diptera	Cum	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6 (03)	0,5 ± 0,8
	Mar	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2 (0,1)	0,5 ± 0,4
	Flo	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3 (03)	0,5 ± 0,8
Hemiptero	Cum	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2 (01)	0,2 ± 0,4
	Mar	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7 (04)	0,7 ± 1,6
	Flo	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3 (03)	0,5 ± 0,8
Hym. (Formicidae)	Cum	20,8	6,6	2,1	1,1	2,6	2,5	35,7 (204)	34,0 ± 43,1
	Mar	18,9	5,0	4,4	0,3	1,7	0,5	30,7 (184)	30,7 ± 42,0
	Flo	9,1	2,2	1,6	1,4	0,9	1,7	17,0 (195)	32,5 ± 35,9
Isoptera	Cum	0,9	1,2	2,3	0,2	0,9	11,0	16,5 (94)	15,7 ± 23,5
	Mar	0,0	0,2	16,6	0,2	0,3	0,3	17,6 (105)	17,5 ± 39,9
	Flo	0,7	5,2	2,7	2,5	37,4	14,9	63,4 (735)	122,5 ± 163,5
Orthoptera	Cum	4,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	4,4 (25)	4,2 ± 9,2
	Mar	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8 (11)	1,8 ± 3,6
	Flo	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2 (02)	0,3 ± 0,8
Outros Insetos	Cum	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 (02)	0,3 ± 0,8
	Mar	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5 (03)	0,5 ± 0,8
	Flo	0,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0 (11)	1,8 ± 3,5
ARACHNIDA									
Acarina	Cum	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 (02)	0,3 ± 0,8
	Mar	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0 (12)	2,0 ± 4,9
	Flo	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3 (04)	0,7 ± 1,6
Araneae	Cum	10,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	10,4 (59)	9,8 ± 23,1
	Mar	8,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	8,7 (52)	8,7 ± 19,3
	Flo	3,4	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	4,0 (46)	7,7 ± 15,4
Pseudoescorpionida	Cum	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2 (07)	1,2 ± 2,9
	Mar	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2 (19)	3,2 ± 7,8
	Flo	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7 (08)	1,3 ± 2,8

continuação tabela 1.

	Cum	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2 (07)	1,2 ± 2,9
Outros Arachnida	Mar	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0 (12)	2,0 ± 4,9
	Flo	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1 (12)	2,0 ± 4,0
<b>OUTROS ARTHROPODA</b>									
Chilopoda	Cum	2,5	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	2,9 (17)	2,8 ± 5,5
	Mar	2,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6 (22)	3,7 ± 6,8
	Flo	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2 (14)	2,3 ± 3,6
Diplopoda	Cum	4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2 (27)	4,0 ± 9,3
	Mar	4,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,5 (27)	4,5 ± 10,1
	Flo	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1 (12)	2,0 ± 4,4
Isopoda	Cum	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3 (36)	6,0 ± 14,7
	Mar	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2 (25)	4,2 ± 10,2
	Flo	1,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,4 (16)	2,7 ± 6,1
Symphyla	Cum	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9 (11)	1,8 ± 4,5
	Mar	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8 (11)	1,8 ± 4,5
	Fla	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2 (02)	0,3 ± 0,5
Oligochaeta	Cum	2,1	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	3,4 (19)	3,2 ± 4,5
	Mar	1,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7 (16)	2,7 ± 4,2
	Flo	1,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	1,7 (19)	3,2 ± 5,5
Outros Invertebrados	Cum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4 (02)	0,3 ± 0,8
	Mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 (00)	0,0 ± 0,0
	Flo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2 (02)	0,3 ± 0,8
Total por Parcela	Cum	65,0	9,8	5,1	1,8	4,2	14,2	100 (572)	95,3 ± 137,9
	Flo	65,7	8,7	21,7	0,5	2,0	2,3	100 (598)	99,7 ± 151,4
	Mar	25,8	9,8	4,6	4,3	38,5	17,0	100 (1160)	193,3 ± 155,9

Obs: os valores X e DP foram obtidos a partir da somatória de invertebrados encontrados nas 10 amostras dos seis estratos (0-30 cm de profundidade) em cada parcela de estudo.

**Tabela 2.** Abundância (nº de animais) e densidade (nº de indivíduos/m<sup>2</sup>) durante a estação menos chuvosa, em 10 amostras de solo arenoso de 20 cm x 20 cm x 30 cm de profundidade, divididas em estratos de 5 cm (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30) em três parcelas da área S1 da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, região de Manaus, Amazônia Central, de 1990-1991.

VARIÁVEIS/ESTRATO	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 26	20 - 25	25 - 30	Total
<b>Abundância</b>							
Cumaru	372	56	29	11	24	81	573
Marupá	393	52	130	3	12	8	598
Floresta	299	114	53	50	447	107	1160
<b>Densidade</b>							
Cumaru	930,0	140,0	72,5	25,0	60,0	202,5	1430
Marupá	982,5	130,0	325,0	7,5	30,0	20,0	1495
Floresta	747,5	285,0	132,5	125,0	1117,5	492,5	2900
<b>Nº de Grupos</b>							
Cumaru	19	7	5	4	6	6	20
Marupá	17	9	5	2	2	5	20
Floresta	19	14	4	6	5	5	20

**Tabela 3.** Níveis de correlação, durante a estação menos chuvosa, de invertebrados terrestres (número de indivíduos) com umidade e pH em solo arenoso na área S1 da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, na Amazônia Central (\* p< 5%; \*\* p< 1%; n.s. = não significativo; --- sem registro); rus = umidade do solo; rph = pH do solo.

GRUPOS	COBERTURA VEGETAL					
	DA	Dipteryx odorata		Simaruba amara		Floresta
	FAUNA	rus	rph	rus	rph	rus
<b>INSECTA</b>						
Collembola	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	0,993***	-0,718n.s.
Diplura	0,865*	-0,966**	0,980***	-0,884*	0,918**	-0,821*
Coleoptera adulto	0,921**	0-906	0,970**	-0,857*	0,968**	-0,731n.s.
Coleoptera imaturo	0,966**	-0,967**	---	---	0,395 n.s.	-0,798n.s.
Diptera	0,654 n.s.	-0,712n.s.	0,962**	-0,850*	0,331 n.s.	-0,746n.s.
Hemiptera	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	0,806*	-0,884*
Hym. (Formicidae)	0,851*	-0,958*	0,837*	-0,889*	0,964**	-0,732n.s.
Isoptera	-0,133n.s.	-0,231n.s.	-0,160n.s.	0,107 n.s.	0,426 n.s.	-0,299n.s.
Lepidoptera	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	---	---
Orthoptera	0,958**	-0,988***	0,815*	-0,918**	0,993***	-0,918n.s.
Outros insecta	0,575 n.s.	-0,621n.s.	0,560n.s.	-0,587n.s.	0,940**	-0,772*
<b>ARACHNIDA</b>						
Acarina	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	0,993***	-0,718n.s.
Araneae	0,974***	-0,957**	0,971**	-0,887*	0,940**	-0,840*
Pseudoescorpionida	0,966**	-0,970**	0,962**	-0,850*	0,949**	-0,826*
Outros Arachnida	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	0,993***	-0,718n.s.
<b>OUTROS ARTHROPODIA</b>						
Chilopoda	0,887*	-0,963**	0,830*	-0,915**	0,866*	-0,874*
Diplopoda	0,953**	-0,987***	0,966**	-0,864*	0,966**	-0,804*
Isopoda	0,966	-0,962**	0,962**	-0,850*	0,965**	-0,730n.s.
Symphyla	0,966**	-0,967**	0,962**	-0,850*	0,596n.s.	-0,854*
Oligochaeta	0,261n.s.	-0,802*	0,333 n.s.	-0,805*	0,423n.s.	-0,860**
Outros invertebrados	-0,102n.s.	-0,714n.s.	---	---	0,517n.s.	-0,606n.s.
<b>TOTAL DE GRUPOS</b>	0,261 n.s.	-0,802*	-0,333n.s.	-0,805*	-0,423n.s.	-0,860**

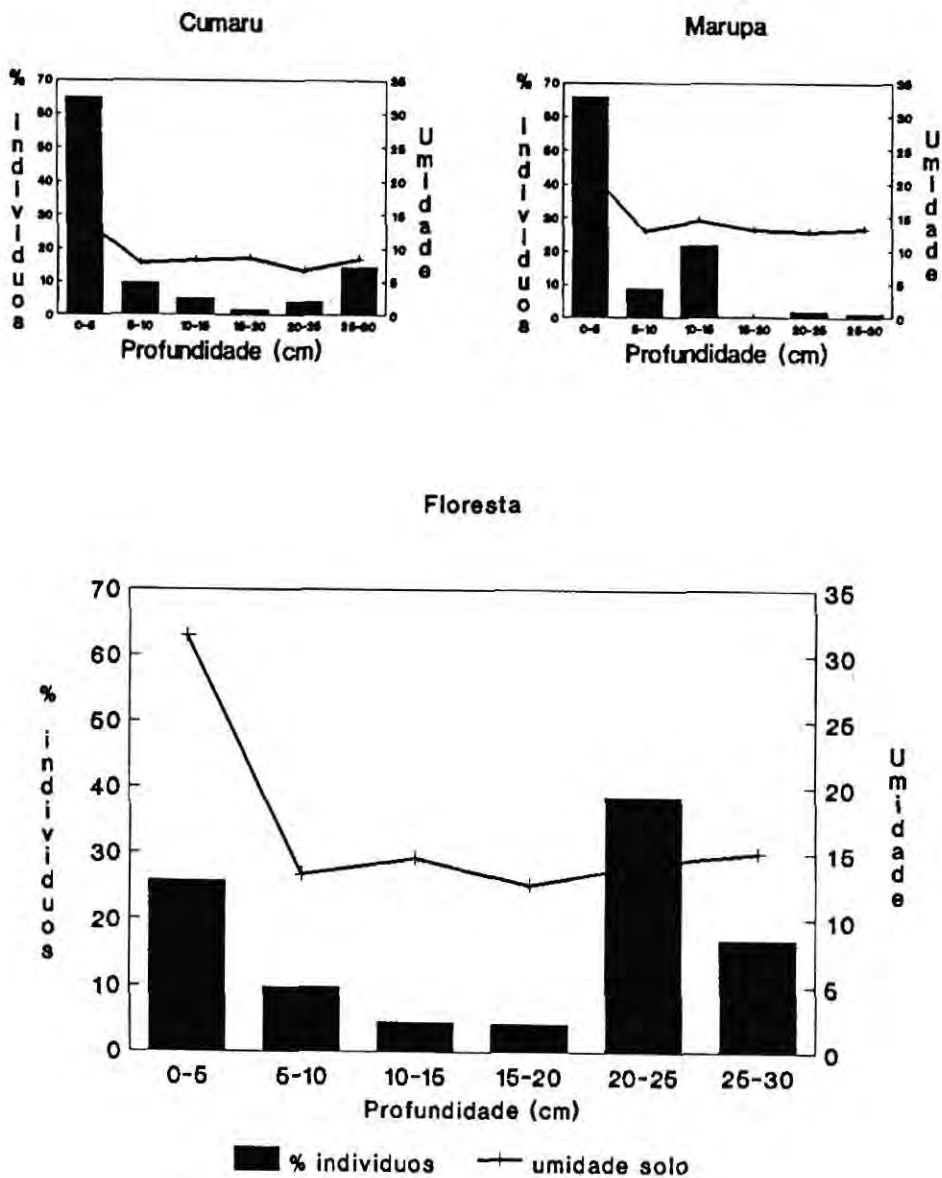


Figura 1. Distribuição vertical da fauna e umidade do solo sob três coberturas vegetais na Amazônia Central.



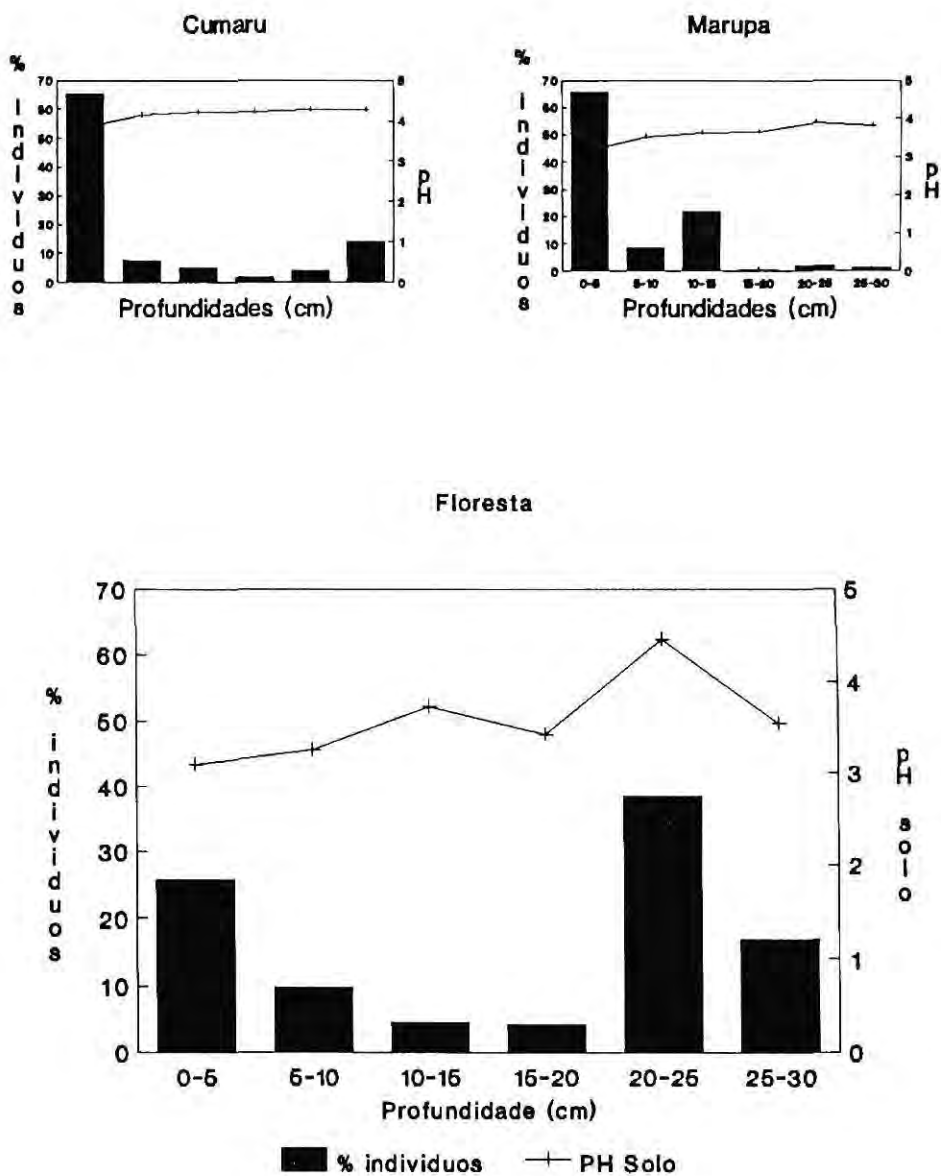
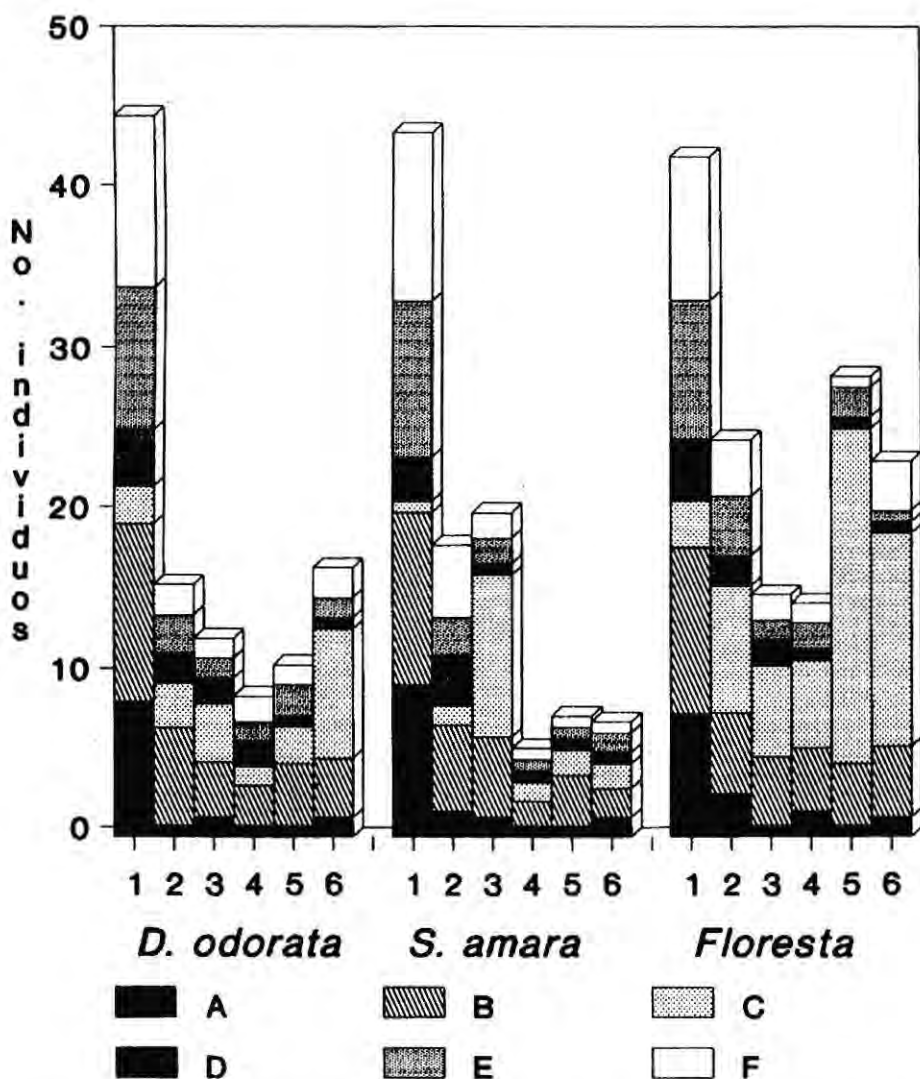


Figura 2. Distribuição vertical da fauna e pH do solo sob três coberturas vegetais na Amazônia central.



**Figura 3.** Densidade dos seis principais grupos de invertebrados de solo em seis estratos de 5cm, indo da superfície até a profundidade de 30 cm, em floresta e plantios de *D. odorata* e *S. amara*. Estratos: 1 (0-5 cm); 2 (5-10 cm) 3 (10-15 cm); 4 (15-20 cm); 5 (20-25 cm) e 6 (25-30 cm). A= Araneae, B= Formicidae, C= Isoptera, D= Oligochaeta, E= Outros insetos e F= Outros invertebrados.

os demais táxons, Isoptera (grupo mais abundante) teve correlação positiva com o pH em duas das parcelas, mas não significativa a nível de 5%. Isso mostra a resistência dos cupins a valores de pH do solo bastante ácido, que variou de 3,1 a 3,5 na floresta, 3,2 a 3,8 no marupá e 3,8 a 4,3 no cumaru (Fig.2). Entretanto, tenhamos de convir que correlações a nível de grupos (p. ex. Isoptera, Formicidae, Pseudoscorpionida, etc.) podem camuflar "correlações contrárias" a nível de espécies.

O método de coleta foi bastante eficiente na captura de animais relativamente grandes, como Isoptera (40,1% da fauna das três parcelas), Formicidae (25,2%), Araneae (6,7%), Diplura (3,8%), Coleoptera adulto (3,7%), Isopoda (3,3%) e Oligochaeta (2,3%), e pouco eficiente na captura da mesofauna, como Collembola (1,6%) e Acarina (0,8%), muito embora estes dois últimos grupos tenham representado até 80% de toda a fauna do solo na Região Amazônica, quando coletada por outros métodos (DANTAS, 1978; ADIS, 1989a,b; BANDEIRA & TORRES, 1985, 1988).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Conhecimentos acerca da fauna de invertebrados do solo na Amazônia (p. ex. DANTAS, 1978; BANDEIRA & TORRES, 1985; MELO, 1984; MORAIS, 1985; RODRIGUES, 1986) não atingem áreas de plantios florestais estudados neste trabalho. Os resultados desta pesquisa indicam que não houve diferença significativa a nível de 5% no número de grupos de invertebrados encontrados na floresta em relação àqueles coletados nas

duas parcelas de cultivos florestais, durante o período de estiagem.

A densidade de invertebrados foi maior na floresta do que nos experimentos florestais, influenciada principalmente por Isoptera (Tab.2), de forma semelhante ao encontrado por LIEBERMAN & DOCK (1982) comparando floresta com plantação de cacau; entretanto, estes resultados discordam daqueles de SERAFINO & MERINO (1978), que encontraram menores densidades nas faunas de floresta e pastagem do que em monoculturas.

Cerca de 65% dos animais coletados nos plantios de cumaru e marupá e 25% daqueles na floresta ocupavam o estrato superficial (de 0-5 cm de profundidade), havendo um decréscimo da densidade até a profundidade de 20 cm, seguido de novo acréscimo até à profundidade de 30 cm, nos três tipos de cobertura vegetal (Fig. 1, Fig. 2 e Fig.3). Pela literatura que se teve acesso, esta é a primeira vez que tal fato é registrado para a Amazônia. A concentração da fauna no estrato superficial (0-5 cm) foi maior nos plantios arbóreos que na floresta; o decréscimo da concentração foi no sentido cumaru ( $18,6 \pm 27,4$ ) - marupá ( $19,2 \pm 25,8$ ) - floresta ( $15,0 \pm 23,8$ ), tomando-se grupos em particular, como Formicidae (20,8%, 18,9% e 9,1%) e Araneae (9,9%, 8,0% e 3,4%); porém, se comparada a fauna de 0-30 cm de profundidade, a densidade foi maior na floresta (Tab.1 e Tab.2). Resultados semelhantes foram encontrados por RODRIGUES (1986). O aumento da abundância nos estratos mais profundos, principalmente na floresta, foi devido principalmente à presença de Isoptera. Entretanto, a

distribuição de Pseudoescorpionida encontrada por ADIS & MAHNERT (1993) numa floresta primária próxima a nossa área de estudo não concordam com os nossos resultados para esses animais, fato que talvez seja devido a metodologia.

Trabalhos comparando fauna do solo de pastagens com fauna de floresta primária na Amazônia (DANTAS, 1978; BANDEIRA & TORRES, 1985; MELO, 1984) têm mostrado que não só a densidade é menor em pastagens, mas também o número de grupos tem sido sempre inferior ao encontrado em floresta. Neste trabalho, o número de grupos foi semelhante entre as monoculturas e a floresta; porém ainda não é possível afirmar se esta semelhança na diversidade entre as três parcelas é devida às espécies vegetais que compõem as monoculturas, ou à idade dos plantios (19 anos), ou se foi devido à metodologia (inclusive a profundidade até 30 cm), pela primeira vez empregada para este tipo de estudo na Amazônia Brasileira.

Considerando que as perturbações ambientais influenciam as populações de invertebrados do solo, Isoptera foi o único grupo mais abundante na floresta (62,8%) do que em áreas manejadas, resultados que corroboram os princípios de Thienemamm (apud TISCHLER, 1955) que diz: "quanto mais variáveis as condições de vida de um biótipo, tanto maior será o número de espécies da biocinese correspondente". Assim, a abundância de Formicidae nos

estratos superficiais nas monoculturas talvez seja em decorrência de sua grande tolerância a mudanças ambientais, ou devido às características da liteira das monoculturas estudadas, fato que corrobora as afirmações de LIEBERMAN & DOCK (1982), LEVINGS & WINDSOR (1985) e MELO (1984). Destaca-se ainda a presença de Symphyla na floresta, que tinha sido encontrado por MELO (1984) apenas em áreas manejadas.

Fatores importantes que também podem influenciar diretamente as comunidades de invertebrados do solo são biomassa microbiana (STRAALEN *et al.*, 1988), quantidade da liteira produzida (LEVINGS, 1984) e outros fatores (como presas, predadores) que possam afetar a disponibilidade de alimentos (FOSTER, 1982) e estão diretamente associados com a biologia de cada grupo (LEVINGS & WINDSOR, 1982).

Quando se relacionou umidade do solo com a abundância da fauna em relação à profundidade, verificou-se que apenas Isoptera mostrou correlação negativa nos plantios perenes, sendo não significativa, a nível de 5%, para todos os locais. A correlação com pH foi inversa à observada com umidade, mas os cupins continuaram a se comportar de maneira diferente da maioria dos outros grupos. Resultados semelhantes foram encontrados por ADIS *et al.* (1989b). Como a abundância da fauna diminuiu até aproximadamente 20 cm de profundidade e aumentou novamente a partir daí, mesmo teoricamente havendo menor quantidade

de alimentos a essa profundidade, isto sugerem que a umidade e o pH podem realmente influenciar a distribuição vertical da fauna.

Não há indicação, até o momento, de que haja migração de invertebrados do solo, na Amazônia Central, para as camadas mais profundas em resposta apenas à umidade da superfície, como tem sido mencionado para outras regiões (LIEBERMAN & DOCK, 1982; PETERSEN & LUXTON, 1982; WILLIS, 1976). Por outro lado, LEVINGS & WINDSOR (1985) sugerem que a correlação negativa da fauna de invertebrados com a umidade do solo, em relação à profundidade, está relacionada com a estivação das espécies no período de estiagem.

### AGRADECIMENTOS

À Fundação Banco do Brasil (FBB- processo nº 1591), pelo apoio financeiro; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq- processos nº 30.0704-5 e 501889/91-4), pela concessão de bolsas de pesquisa; a Noeli Paulo Fernandes e servidores de apoio da Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST) pelas facilidades para os trabalhos de campo; a José Edvaldo Chaves e Eliana Tamar Ribeiro pela ajuda nas análises de solo e pH; a Eliana Tamar Ribeiro pela triagem da fauna, a Alice dos Santos, Edson Palheta e Cláudio Sena, pelo apoio técnico no campo e no laboratório; a Suely Costa e José Camilo Hurtabo Guerrero, pela ajuda nas análises estatísticas; a Cláudio

Ruy V. Fonseca, Lucille M. K. Antony e Flávio J. Luizão pelas críticas e sugestões.

### Bibliografia Citada

- ADIS, J. & V. MAHNERT. 1993. Vertical distribution of pseudoscorpions (Arachnida) in the soil of two different Neotropical primary forests during the dry and rainy seasons. *Memories of the Queensland Museum* 33(2):431-440.
- ADIS, J.; MORAIS, J. W.; 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. *Studies on Neotropical Fauna Environment* 24(4):193-200.
- ADIS, J.; RIBEIRO, E. F.; MORAIS, J. W. & CAVALCANTE, E. T. S. 1989b. Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarana forest during the dry season. *Studies on Neotropical Fauna Environment* 24(4):201-211.
- ADIS, J. & MAHNERT, V. 1993. Vertical distribution and abundance of Pseudoscorpions (Arachnida) in the soil of two different neotropical primary forests during the dry and rainy seasons. *Memories of the Queensland Museum* 33(2):431-440.
- ALLEN, S. E. 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford, Blackwell Sci. Publ., Seção 1, p: 21-22.
- ANDERSON, J. M. & INGRAM, J. S. I. 1989. *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. Oxon, C.A.B. International, 171 p.
- BANDEIRA, A. G. & SOUZA, P. C. 1983. Influência do pinheiro (*Pinus caribea*) sobre a fauna do solo na Amazonia. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, n. série (Zoologia)* 114:1-13.
- BANDEIRA, A. G. & TORRES, M. F. P. 1985. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, Belém, 2(1):13-38.

- BANDEIRA, A. G. & TORRES, M. F. P. 1988. Considerações sobre densidade, abundância e variedades de invertebrados terrestres em áreas florestais de Carajás, sudeste da Amazônia. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, 4(2):191-199.
- BRAGA, P. I. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta Amazônica. *Acta Amazonica* 9(4):53-80.
- CAMARGO, O. A.; MUNIZ, A. C.; JORGE, J. A. & VALADARES, J. M. A. S. 1986. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. *Boletim Técnico do Instituto Agronômico* 106:1-94.
- CHAUVEL, A.; GUILLAUMET, J. L. & SCHUBART, H. O. R. 1987. Importance et distribution des racines et des vivants dans un "latossol" argileux sous forêt amazonienne. *Revue de l'Écologie et Biologie du Sol* 24(1):19-48.
- CHAUVEL, A.; LUCAS, Y. & BOULET, R. 1987. The dynamics of the Amazonian forest: On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazônia, Brazil. *Experientia* 43: 234-241.
- DANTAS, M. 1978. Pastagens da Amazônia Central: Ecologia e fauna do solo. *Acta Amazonica* 9(2):1-54 (suplemento).
- EDWARDS, C. A.; REICHLER, D. E. & CONSLEY, D. A. 1970. The role of soil invertebrates in removal of coarse matter and nutrients. In: D. E. Reichle (ed.). *Analysis of temperate forest ecosystems*. New York, Berlin-Heidelberg, p:167-172.
- FALESI, I. C. 1967. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. *Acta do Simpósio sobre a Biota Amazônica* 1:151-168.
- FALESI, I. & SILVA, B. N. R. 1969. *Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Série Estudos e Ensaios*. Nº 1. Secretaria de Produção do Amazonas, IPEAN, Belém, Pará.
- FOSTER, R. B. 1982. Famine on Barro Colorado Island. In: LEIGH, E. G.; RAND, A. S. & WINDSOR, D. M. (eds.). *The ecology of a tropical long term rhythms*. Washington, D. C., Smithsonian Institution Press, p: 201-211.
- LEVINGS, S. C. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 16(2):125-131.
- LEVINGS, S. C. & WINDSOR, D. M. 1985. Litter arthropod populations in a tropical deciduous forest: relationships between years and arthropod groups. *Journal Animal Ecology* 54:61-69.
- LIEBERMAN, S. & DOCK, C. F. 1982. Analysis of the leaf litter arthropod fauna of a lowland tropical evergreen forest site (La Selva, Costa Rica). *Revista Biología Tropical* 30:27-34.
- MELO, L. A. S. 1984. *Impacto do manejo de ecossistemas sobre a mesofauna do solo, em áreas de terra firme, na região de Manaus*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Fundação Universidade do Amazonas, Manaus. 117 p.
- MORAIS, J. W. de. 1985. *Abundância e distribuição vertical de Arthropoda do solo numa floresta primária não inundada*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Brasil, 92 p.
- PENNY, N. D. & ÁRIAS, J. R. 1982. *Insects of an Amazon forest*. New York, Columbia University Press. 269 p.
- PETERSEN, H. & m. LUXTON. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39:288-387.
- PIRES, J. M. 1974. Tipos de vegetação da Amazônia. *Brasil Florestal* 17(5):48-58.
- POLHEMUS, N. 1988. *Statgraphs*: STSC. INC. 600 p.
- RIBEIRO, M. N. G. & J. ADIS, 1984. Local rainfall variability - a potencial bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 14:159-174.
- RIBEIRO, M. N. G. & A. SANTOS. 1975. Observações microclimáticas no ecossistema Campina Amazônica. *Acta Amazonica*

5:183-189.

- RODRIGUES, J. M. G. 1986. *Abundância e distribuição vertical de artrópodos de solo em capoeira de terra firme*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 80 p.
- SERAFINO, A. & J. F. MERINO. 1978. Poblaciones de microartrópodos en diferentes suelos de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 26(1):139-151.
- STRAALEN, N. M. van; KRAAK, M. H. S. & DENNEMAN, C. A. J. 1988. Soil microarthropods as indicators of soil acidification and forest decline in the Veluwe area, *The Netherlands*. *Pedobiologia* 32:47-55.
- TISCHLER, W. 1955. Effects of agricultural practice on the soil fauna. In: D. K. Kevan, MCE (ed.). *Soil Zoology*. London, Butterworth. p:215-231.
- WILKINSON, L. 1990. *Systat: The system for Statistics*. Evanston. II. Systat. INC. 823 p.
- WILLIS, E. O. 1976. Seasonal changes in the invertebrate litter fauna on Barro Colorado Island, Panamá. *Revista Brasileira de Biologia* 36:643-657.
- ZAR, J. H. 1974. *Biostatistical Analysis*. London, Printice- Hall, Inc. 620 p.

Aceito para publicação em 15.05.1994